

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор **Е.И. Пряхин**

Проректор по образовательной
деятельности доцент **Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки	29.04.04 Технология художественной обработки материалов
Направленность (профиль)	Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент, к.т.н. Белоглазов И.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «29.04.04 Технология художественной обработки материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 969 от 22.09.2017 г;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «29.04.04 Технология художественной обработки материалов» направленность (профиль) «Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства»

Составитель _____ доцент, к.т.н., И.И. Белоглазов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизация технологических процессов и производств от 15.02.2021 протокол №12

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н.,
доцент В.Ю. Бажин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса. _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – изучение современных компьютерных технологий для решения задач моделирования технологических процессов, проектирования и производства художественных изделий

Задачи дисциплины:

- приобретение знаний, умений и навыков по проектированию и современным методам трехмерного моделирования деталей, художественных изделий
- .
- приобретение студентами методики построения физических и математических моделей проектируемых изделий
- освоение практических навыков работы с современными программами CAD+CAE, используя метод конечных элементов (МКЭ).
- изучение специфики обработки информации в среде прикладных программ;
- изучение особенностей оформления технологической документации с использованием информационных технологий;
- освоение практических навыков расчета изделий на прочность, жесткость, устойчивость и колебания при действии статических и динамических нагрузок
- формирование навыков подготовки и 3D печати моделей

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 29.04.04 Технология художественной обработки материалов и изучается в 3 семестре.

Особенностью дисциплины является изучение компьютерных технологии и специализированных программных комплексов

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать и генерировать новые знания, методы анализа и моделирования технологических процессов производства художественных материалов и художественно-промышленных объектов	ОПК-1.	ОПК-1.1. Знать: - естественнонаучные и общеинженерные способы генерации новых знаний
		ОПК-1.2. Уметь: - выявлять новые знания на основе обобщения полученных результатов
		ОПК-1.3. Владеть: - методами анализа и моделирования технологических процессов производства художественных материалов и художественно-промышленных объектов
Способен разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства художе-	ОПК-8	ОПК-8.2. Уметь: - разрабатывать теоретические модели для прогнозирования свойств художественных материалов, художественно-промышленных объектов и технологий их изготовления

ственных материалов, художественно-промышленных объектов и технологии их изготовления		ОПК-8.3. Владеть: - методами моделирования и прогнозирования в сфере профессиональной деятельности
Способен к проведению предпроектных дизайнерских исследований	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать техническую документацию, в т. ч. ГОСТы, ПО для проектирования технологических процессов производства художественных изделий

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов» составляет 4 зачетные единицы или 144 ак. часов

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	64	64
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	44	44
Выполнение курсовой работы (проекта)	20	20
Подготовка к лекциям		
Подготовка к практическим занятиям	20-	20-
Подготовка к экзамену	4	4
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	144
	зач. ед.	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Твердотельное моделирование и численный анализ	60	12	38	-	10
Раздел 2. Аддитивные технологии	48	4	10	-	34
Итого:	108	16	48	-	44

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Твердотельное моделирование и численный анализ	Основные понятия метода конечных элементов Основы моделирования в SpaceClaim Проектирование и создание трехмерных объектов Создание и редактирование материалов Генерация вычислительной сетки Настройка решателя	12
2.	Аддитивные технологии	Аддитивные технологии для проектирования художественных изделий Технологии и оборудование 3D печати	4
Итого:			16

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Создание простых деталей в SpaceClaim	4
		Особенности трехмерного моделирования	4
		Продвинутые функции создания и редактирования объектов	4
		Упрощения и восстановление геометрии	4
		Конечно-элементное моделирование (FEM)	4
		Особенности работы в среде Ansys Workbench	4
		Статический прочностной расчет.	14
2	Раздел 2	Настройка оборудования для 3D печати	2
3		3D печать художественного изделия	8
Итого:			48

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Расчет на прочность художественного изделия с шарнирным подкосом
2	Расчет на прочность изделия со сложным сечением и распределенной нагрузкой
3	Расчет художественных изделий, с температурной нагрузкой и растягивающей силой
4	Моделирование и трехмерная печать художественных изделий
5	Статический расчет прочности художественных деталей при различных нагрузках
6	Определение собственных форм и частот колебаний сложных художественных деталей
7	Трехмерное моделирование и топологическая оптимизация художественных деталей

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

Раздел 1 Твердотельное моделирование и численный анализ

1. Что называется проектом в Workbench?
2. Для чего предназначены окна Project Schematic и Toolbox?
3. Какие виды инженерного анализа реализуются блоками Static Structural, Transient Structural, Steady-State Thermal и Modal?
4. Какие основные элементы имеет каждый блок инженерного анализа?
5. Для чего предназначена кнопка Import на панели инструментов?
6. Для чего предназначены кнопки Refresh Project и Update Project на панели инструментов?
7. Для чего предназначены окна Tree Outline и Details View?
8. Чем отличается режим эскиза от режима моделирования?
9. Как управлять текущим видом в окне Graphics с помощью мыши?
10. Приведите примеры трехмерных примитивов?
11. Какие инструменты используются для создания трехмерных моделей на базе эскизов?
12. Что называется топологией в трехмерном моделировании?
13. Приведите примеры операций с трехмерными телами?
14. Как задаются размеры фигур для эскиза?

Раздел 2. Аддитивные технологии

1. Для чего предназначены окна Outline Filter и Outline Panel?
2. В каком окне находятся свойства материалов?
3. Что отображается в панелях Table и Chart?
4. Какую информацию содержит источник данных?
5. Для чего необходим модуль Engineering Data?
6. Описать структуру рабочей области модуля управления материалами
7. Что отображает панель свойств Properties Pane?
8. Для чего предназначены окна Graph и Tabular Data?
9. Чем отличается информация о пошаговой нагрузке в окнах Graph и Tabular Data?
10. Какие виды нагрузок доступны в меню Environment?
11. Какая информация содержится в окнах детализации Details of..?
12. Перечислить инерционные нагрузки, которые могут быть заданы в конструкционном анализе Workbench.

13. Назвать конструкционные нагрузки, задаваемые в разделе Loads панели инструментов Environment

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. С помощью какой опции можно получить пересечение тел?
2. Для чего не используется Named Selection?
3. Как создается сетка для многотельных частей (Multi-body part)?
4. Будет ли влиять на направление силы выбор системы координат?
5. В случае приложения силы к двум поверхностям изменится ли ее величина на каждой из них?
6. Что происходит с величинами силы и давления в случае увеличения площади поверхности, к которой эта сила приложена?
7. Какой особенностью обладают «замороженные» тела?
8. Какой метод использует в основном гексагональные элементы?
9. Какими способами может быть задано перемещение?
10. Что означает значение «0» для компоненты перемещения?
11. Что означает значение «Free» в поле компоненты?
12. Для чего используется Pattern при создании геометрии?
13. Какое перемещение запрещает команда Frictionless Support?
14. Какие операции можно производить с базовыми плоскостями?
15. С помощью какой операции можно обрезать фигуру или грань?
16. На каких геометрических объектах может быть задано граничное условие Frictionless Support?
17. Какому граничному условию соответствует закрепление без трения?
18. В каком направлении исключает перемещение Compression Only Support?
19. Какого решения требует использование команды Compression Only Support? С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?
20. С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?
21. Какие виды нагрузок доступны в меню *Environment*?
22. Какая информация содержится в окнах детализации *Details of..?*
23. Перечислите инерционные нагрузки, которые могут быть заданы в конструкционном анализе Workbench.
24. Назовите конструкционные нагрузки, задаваемые в разделе Loads панели инструментов Environment.
25. Какие граничные условия задаются в разделе Supports панели инструментов Environment?
26. Какой параметр модели материала должен быть задан обязательно, чтобы стало возможным приложение инерционных нагрузок?
27. К какой части модели может быть приложено ускорение?
28. Какие параметры задаются при задании нагрузок в виде вектора?
29. Чем отличается задание нагрузки с помощью компонент Components по осям координат?
30. Что является обязательным параметром для определения гидростатического давления?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Что такое электронная структура изделия?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность составных частей изделия и связей между ними, определяющих иерархию составных частей 2. Способ представления информационной модели изделия в вычислительной среде 3. Идентифицированная совокупность данных в информационной системе, обладающая набором атрибутов и предполагающая определенный метод обработки 4. Информационное описание понятий предметной области в определенном контексте и в объеме, достаточном для решения конкретной задачи
2.	Что такое электронной моделью изделия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность составных частей изделия в структуре изделия и/или его составных частей 2. Модель, используемая в составной части изделия, выполняющая функцию электронного документа 3. Набор данных, которые определяют свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия 4. Визуализация объекта, созданная в рамках информационной модели и отражающая особенности решаемой задачи.
3.	Дайте определение цифрового макета?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность электронных моделей, описывающих изделие, его создание и обслуживание 2. Система управления документами, организующих документы цифрового макета в единое целое и управляющая их жизненным циклом 3. Система управления жизненным циклом документов, включающее средства коллективной работы по просмотру, верификации и утверждению новых документов и по внесению изменений в ранее утверждённые документы 4. Совокупность электронных документов, описывающих изделие, его создание и обслуживание
4	Что входит в состав цифрового макета?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Набор технологических моделей 2. Технологические данные, производственные данные, системы управления данными, трехмерные модели. 3. Документы цифрового макета. Эксплуатационная и ремонтная документация 4. Средства коллективной работы. Системы документа оборота
5	Назовите отличительные черты	1. Использование на проектных стадиях жиз-

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	Электронного макета?	<p>1. Использование на эксплуатационных стадиях жизненного цикла изделия, макет не содержит данных для изготовления и сборки</p> <p>2. Использование на эксплуатационных стадиях жизненного цикла изделия, макет предназначен для изготовления по нему изделия.</p> <p>3. Использование на предпроектных стадиях жизненного цикла изделия, когда невозможно оценить его взаимодействие с элементами внешнего окружения</p> <p>4. Использование на проектных стадиях жизненного цикла изделия, макет содержит данные для изготовления и сборки</p>
6	Что подразумевает конструкторский документ?	<p>1. Документ, который определяет конструкцию изделия и его спецификацию, но при этом не имеет установленные подписи.</p> <p>2. Интерактивный электронный документ, содержащий необходимые указания для производства: используемые инструменты, материалы, технологии, средства контроля и т. д.</p> <p>3. Интерактивный электронный документ, характеризующий и описывающий элементы цифрового макета.</p> <p>4. Документ, который определяет конструкцию изделия и имеет содержательную и реквизитную части</p>
7	Что позволяет осуществить виртуальная модель изделия?	<p>1. Отображать специфические особенности модели. Включает спецификацию основных и второстепенных деталей.</p> <p>2. Оценивать функциональность проектируемого изделия. Анализировать эксплуатационные и экстремальные режимы работы</p> <p>3. Отображать виды, комплектность и форму выполнения объекта.</p> <p>4. Графическое, текстовое, аудиовизуальное (мультимедийное) и иное представление объекта.</p>
8	Что подразумевают аддитивные технологии?	<p>1. Объекты подлежащие количественному учету, систематизации и дальнейшей автоматизации.</p> <p>2. Прототипирование объектов, посредством послойного изготовления</p> <p>3. Суперпозицию объектов, описывающую наложение процессов и, как следствие, возникновение общей структуры</p> <p>4. Прототипирование объектов, посредством обработки готовых деталей</p>
9	Что обеспечивает применение аддитивных технологий в различных отраслях машиностроения	<p>1. Изготовление сложнопрофильных и уникальных деталей без использования механических обрабатывающих станков и дорогостоящих</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> щей оснастки 2. Информатизацию и диджитализацию машиностроительной отрасли 3. Автоматизацию технологических процессов в области машиностроения 4. Аддитивность инвестиционных проектов в машиностроении
10	Что такое быстрое прототипирование?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Быстрое создание системы автоматического управления 2. Технология быстрой обработка готовых деталей 3. Технология быстрого создания опытных образцов или работающей модели системы 4. Оперативное построение электронного макета изделия.
11	Преимущества быстрого прототипирования?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Создание системы автоматического управления 2. Автоматическое формирование комплекта документации 3. Значительное повышение гибкости производства 4. Улучшенная амортизация объектов основных средств
12	Приведите примеры аддитивной технологии?	<ul style="list-style-type: none"> 1. CFD, FEM, DEM 2. CAD, CAE, DEM 3. PLC, MES, ERP 4. SLS, FDM, SLA
13	Укажите используемые материалы при прототипировании?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Гипс, фотополимер, полилактид 2. Керамзит, бетон, нитроэтан 3. Поликарбонат, поликапролактон, фенилэтиламин 4. Фотополимер, полилактид, диэтиламид
14	Какое оборудование используется в аддитивных технологиях?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Печь для спекания и сушки материала 2. Мельницы полусамозмельчения 3. Станок ЧПУ, принтер, сканер. 4. Формующие агрегаты
15	Особенности лазерной стереолитографии?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Использование ABS пластика. 2. Использование высокопрочного поликарбоната 3. Использование огнестойкого термопластика 4. Использование фотополимеров в жидком состоянии
16	Особенности прототипирования методом наплавления?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Использование выборочного лазерного спекания для точного построения деталей 2. Лазерной стереолитография 3. Стабильность геометрических размеров, возможность последующей доработки, дешевизна модели. 4. Использование композиции различных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		мелкодисперсных металлических порошков
17	Какие материалы в основном используются в методе FDM?	1. Полимерные смолы 2. Керамика, стекло, металл 3. Термопластики в виде катушек нитей или прутков. 4. Порошки
18	Какие существуют методы последующей обработки деталей после печати?	1. Прессование 2. Ручная обработка, химическое сглаживание 3. Фрезерование 4. Сушка
19	Какая технология используется для печати металлических изделий?	1. PLM 2. FDM 3. CAM 4. PDM
20	Технологии лазерного спекания и лазерной плавки.	1. SGC и MJM 2. CJP и DLP 3. 3DP и LOM 4. SLS и SLM

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	С помощью какой опции можно получить пересечение тел?	1. Cut material 2. Slice material 3. Boolean Intersection 4. Boolean Unite
2.	Для чего не используется Named Selection?	1. Настройки отображения 2. Определение граничных условия 3. Применение настроек сетки 4. Определение порядка построения сетки
3.	Как создается сетка для многотельных частей (Multi-body part)?	1. Не связная сетка на границе 2. Связная сетка на границе если топология установлена в автоматический режим 3. Не связная сетка на границе если топология установлена в режим по умолчанию 4. Связная сетка
4	Какую операцию с телами необходимо использовать чтобы получить внутренне пространство трубопровода?	1. Fill by Cavity 2. Enclosure 3. Fill by Caps 4. Surface Extension
5	В каком случае построение вычислительной сетки будет происходить независимо для каждого тела и на границе тел будет не связная сетка?	1. Multi-body Parts 2. Multiple – body Parts 3. Single body 4. Multiple Parts
6	Выберите не правильный тип тела в DesinModeler.	1. Литейное тело 2. Поверхностное тело 3. Жидкое тело 4. Твердое тело
7	Какой особенностью обладают «замороженные» тела?	1. Являются независимыми от других тел 2. Не включаются в последующий расчет 3. Становятся невидимыми

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. Замороженные тела невозможно переместить
8	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
9	В автоматическом методе, тела для которых невозможно использовать метод протяжки (Sweep) при построении сетки используют следующий метод	1. Patch Conforming 2. Hex Dominant 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
10	При использовании метода Skin/Loft сколько граней могут иметь профили по которым создается трехмерная геометрия	1. Не более 10 2. Не менее 10 3. Одинаковое количество 4. Как минимум 3 грани
11	Что такое Pattern?	1. Создание закругления. 2. Создание оболочки 3. Создание копий объектов 4. Создание тел симметрии
12	С помощью чего задаются размерные параметры?	1. С помощью инструментов группы Dimensions 2. С помощью инструментов группы Sizing 3. С помощью инструментов группы Scale 4. С помощью инструментов группы Measure
13	Какие операции можно производить с базовыми плоскостями?	1. Перемещать и вращать 2. Перемещать и вращать относительно других плоскостей 3. Создавать новые плоскости с использованием базовых 4. Перемещать и вращать и создавать новые плоскости с использованием базовых
14	С помощью какой операции можно обрезать фигуру или грань?	1. Delete 2. Remove 3. Slice 4. Trim
15	Какая настройка отвечает за промежуточные клетки при построении вспомогательной сетки на плоскости?	1. Grid 2. Major Grid Spacing 3. Minor-Steps per Major 4. Snaps per Minor
16	Какой инструмент редактирования эскиза позволяет создать фаску?	1. Fillet 2. Chamfer 3. Corner 4. Split
17	При каком методе построение сетки начинается из внутреннего объема тела а затем проецируется на поверхность?	1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Multizone Meshing
18	Какой метод использует в основном гексагональные элементы?	1. Patch Conforming 2. Sweep Meshing 3. Patch Independent 4. Tetrahedral Meshing
19	С помощью какого метода можно выдавить эскиз до ближайшей поверхности?	1. Sweep - To Faces 2. Loft - To Surface 3. Extrude - To Faces 4. Revolve - To Surface

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
20	С помощью какой опции можно вырезать одно тело из другого?	1. Add Frozen 2. Cut Material 3. Imprint Faces 4. Slice Material

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Преимущества быстрого прототипирования?	1. Создание системы автоматического управления 2. Автоматическое формирование комплекта документации 3. Значительное повышение гибкости производства 4. Улучшенная амортизация объектов основных средств
2.	Приведите примеры аддитивной технологии?	1. CFD, FEM, DEM 2. CAD, CAE, DEM 3. PLC, MES, ERP 4. SLS, FDM, SLA
3.	Укажите используемые материалы при прототипировании?	1. Гипс, фотополимер, полилактид 2. Керамзит, бетон, нитроэтан 3. Поликарбонат, поликапролактон, фенилэтиламин 4. Фотополимер, полилактид, диэтиламинд
4	Какое оборудование используется в аддитивных технологиях?	1. Печь для спекания и сушки материала 2. Мельницы полусамозмельчения 3. Станок ЧПУ, принтер, сканер. 4. Формующие агрегаты
5	Особенности лазерной стереолитографии?	1. Использование ABS пластика. 2. Использование высокопрочного поликарбоната 3. Использование огнестойкого термопластика 4. Использование фотополимеров в жидком состоянии
6	Назовите отличительные черты Электронного макета?	1. Использование на проектных стадиях жизненного цикла изделия, макет не содержит данных для изготовления и сборки 2. Использование на эксплуатационных стадиях жизненного цикла изделия, макет предназначен для изготовления по нему изделия. 3. Использование на предпроектных стадиях жизненного цикла изделия, когда невозможно оценить его взаимодействие с элементами внешнего окружения 4. Использование на проектных стадиях жизненного цикла изделия, макет содержит данные для изготовления и сборки

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
7	Что подразумевает конструкторский документ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Документ, который определяет конструкцию изделия и его спецификацию, но при этом не имеет установленные подписи. 2. Интерактивный электронный документ, содержащий необходимые указания для производства: используемые инструменты, материалы, технологии, средства контроля и т. д. 3. Интерактивный электронный документ, характеризующий и описывающий элементы цифрового макета. 4. Документ, который определяет конструкцию изделия и имеет содержательную и референтную части
8	Что позволяет осуществить виртуальная модель изделия?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отображать специфические особенности модели. Включает спецификацию основных и второстепенных деталей. 2. Оценивать функциональность проектируемого изделия. Анализировать эксплуатационные и экстремальные режимы работы 3. Отображать виды, комплектность и форму выполнения объекта. 4. Графическое, текстовое, аудиовизуальное (мультимедийное) и иное представление объекта.
9	Что подразумевают аддитивные технологии?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объекты подлежащие количественному учету, систематизации и дальнейшей автоматизации. 2. Прототипирование объектов, посредством послойного изготовления 3. Суперпозицию объектов, описывающую наложение процессов и, как следствие, возникновение общей структуры 4. Прототипирование объектов, посредством обработки готовых деталей
10	Что обеспечивает применение аддитивных технологий в различных отраслях машиностроения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изготовление сложнопрофильных и уникальных деталей без использования механических обрабатывающих станков и дорогостоящей оснастки 2. Информатизацию и диджитализацию машиностроительной отрасли 3. Автоматизацию технологических процессов в области машиностроения 4. Аддитивность инвестиционных проектов в машиностроении
11	Что такое быстрое прототипирование?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Быстрое создание системы автоматического управления 2. Технология быстрой обработка готовых деталей 3. Технология быстрого создания опытных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		образцов или работающей модели системы 4. Оперативное построение электронного макета изделия.
12	Что такое электронная структура изделия?	1. Совокупность составных частей изделия и связей между ними, определяющих иерархию составных частей 2. Способ представления информационной модели изделия в вычислительной среде 3. Идентифицированная совокупность данных в информационной системе, обладающая набором атрибутов и предполагающая определенный метод обработки 4. Информационное описание понятий предметной области в определенном контексте и в объеме, достаточном для решения конкретной задачи
13	Что такое электронной моделью изделия	1. Совокупность составных частей изделия в структуре изделия и/или его составных частей 2. Модель, используемая в составной части изделия, выполняющая функцию электронного документа 3. Набор данных, которые определяют свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия 4. Визуализация объекта, созданная в рамках информационной модели и отражающая особенности решаемой задачи.
14	Дайте определение цифрового макета?	1. Совокупность электронных моделей, описывающих изделие, его создание и обслуживание 2. Система управления документами, организующих документы цифрового макета в единое целое и управляющая их жизненным циклом 3. Система управления жизненным циклом документов, включающее средства коллективной работы по просмотру, верификации. 4. Совокупность электронных документов, описывающих изделие, его создание и обслуживание
15	Что входит в состав цифрового макета?	1. Набор технологических моделей 2. Технологические данные, производственные данные, системы управления данными, трехмерные модели. 3. Документы цифрового макета. Эксплуатационная и ремонтная документация 4. Средства коллективной работы. Системы документа оборота
16	Какая технология используется для печати металлических изделий?	1. PLM 2. FDM 3. CAM

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. PDM
17	Технологии лазерного спекания и лазерной плавки.	1. SGC и MJM 2. CJP и DLP 3. 3DP и LOM 4. SLS и SLM
18	Особенности прототипирования методом наплавления?	1. Использование выборочного лазерного спекания для точного построения деталей 2. Лазерной стереолитография 3. Стабильность геометрических размеров, возможность последующей доработки, дешевизна модели. 4. Использование композиции различных мелкодисперсных металлических порошков
19	Какие материалы в основном используются в методе FDM?	1. Полимерные смолы 2. Керамика, стекло, металл 3. Термопластики в виде катушек нитей или прутков. 4. Порошки
20	Какие существуют методы последующей обработки деталей после печати?	1. Прессование 2. Ручная обработка, химическое сглаживание 3. Фрезерование 4. Сушка

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Моделирование и автоматизированное проектирование технологических процессов обработки металлов давлением : учебное пособие / С. Б. Сидельников, И. Н. Довженко, И. Ю. Губанов [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Красноярск : СФУ, 2019. — 252 с. — ISBN 978-5-7638-4079-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/157570>

2. Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3.

[URL:https://e.lanbook.com/book/126905](https://e.lanbook.com/book/126905)

3. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-7339-1397-1.

[URL:https://e.lanbook.com/book/182474](https://e.lanbook.com/book/182474)

4. Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-7339-1398-8:

<https://e.lanbook.com/book/182471>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Практикум по механике деформируемого твердого тела : учебное пособие / И. В. Кузнецов, И. А. Паначев, Ю. Ф. Глазков [и др.]. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 165 с. — ISBN 978-5-906969-70-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115133>

2. Басов, К. А. ANSYS и LMS Virtual Lab. Геометрическое моделирование [Электронный ресурс] / К. А. Басов. - Москва : ДМК Пресс, 2009. - 240 с., ил. - ISBN . - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/409133> (дата обращения: 25.05.2022)

3. Основы работы в ANSYS 17 / Н.Н. Федорова [и др.]. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 210 с. - ISBN 978-5-97060-425-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028088> (дата обращения: 25.05.2022)

4. Лукинских, С. В. Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологическом обеспечении машиностроительных производств : учебное пособие / С. В. Лукинских. – 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 168 с. – ISBN 978-5-9765-5008-7 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3152-9 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891499> (дата обращения: 25.05.2022)

5. Аддитивные технологии : лабораторный практикум / М. В. Терехов, Л. Б. Филиппова, А. А. Мартыненко [и др.]. - Москва : ФЛИНТА, 2018. - 74 с. - ISBN 978-5-9765-4021-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1860049> (дата обращения: 25.05.2022).

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Белоглазов И.И., Компьютерные технологии в машиностроении: учебное пособие // Петров П.А Кускова Я.В. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет. – СПб: Инфо-да, 2022. - 97 с. – ISBN 978-5-94211-950-8

2. Петров П.А, Численные методы в инженерном анализе: учебное пособие // Белоглазов И.И. Кускова Я.В. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет: СПбГУ, 2022. – 97 с ISBN 978-5-94211-950-8

3. Белоглазов И.И., Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов. CFD-моделирование, Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский горный университет СПбГУ: – СПб, 2018. - 27 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. CAElinux <http://www.caelinux.com/CMS/>

2. Adams for Multibody Dynamics <http://www.mscsoftware.com/Contents/Products/CAE-Tools/Adams.aspx>

3. Универсальный механизм: динамика машин и механизмов, динамика автомобилей и железнодорожных экипажей, прикладная механика, кинематика, обратная кинематика <http://www.umlab.ru/>
4. EULER — автоматизированный динамический анализ многокомпонентных механических систем <http://www.euler.ru/>
5. frund — Комплекс моделирования динамики систем твердых и упругих тел <http://frund.vstu.ru>
6. MBDyn — MultiBody Dynamics <http://www.aero.polimi.it/~mbdyn/>
7. ITI — Supporting your visions!: SimulationX <http://www.simulationx.com/>
8. http://www.espotec.ru/art_prot.htm
9. <http://www.cadmaster.ru/>
10. <http://www.sapr.ru>
11. <http://www.cadcamcae.lv>
12. <http://www.cadcatalog.ru/>
13. <http://www.rodnik.ru/product/sapr/edaexpress/>
14. <http://isicad.ru>
15. <http://www.solidworld.ru/>) — SolidWorld
16. <http://fsapr2000.ru/> — Конференция САПР2000 (бывший САПР2К), посвящённая использованию CAD/CAE/CAM-технологий
17. <http://www.procae.ru/proCAE> — статьи по программам ANSYS, STAR-CD, QForm, NASTRAN, Fluent и др.
18. <http://www.ansys.spb.ru/> — Новости CAE-системы ANSYS на русском языке
19. http://www.FEA.ru/ANSYS_LSDYNA_AviGallery.html — AVI-Галерея (более 150 анимационных фильмов), иллюстрирующая результаты исследований, выполненных сотрудниками CompMechLab® СПбГПУ с помощью CAE-систем ANSYS, LS-DYNA, SIMULIA/Abaqus
20. <http://www.ansys.spb.ru/ansys-wall-planner/> — Результаты ежегодных Всемирных конкурсов CAE- системы ANSYS Multiphysics Image Gallery Competition

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением - демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора. В ходе лекций так же проходятся мастер классы моделирования и демонстрация некоторых особенностей программного обеспечения. Лекционная ауд. 3308. 30 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 16 шт., стул – 31 шт., доска учебная с регулировкой высоты -1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

Аудитории для лабораторных занятий является специализированный компьютерный класс, оснащённый современной компьютерной техникой на базе процессоров i5 и выше. В процессе обучения используется компьютерный класс Schneider Electric 3307. 16 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 9 шт., стул – 17, стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 1 – 1 шт., стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 2 – 1 шт., система управления взрывобезопасностью автоматизированным конвейерным транспортом и погрузочно-разгрузочными машинами – 1 шт., компьютер LenovoDesktopTCM900 – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор LenovoThinkVision 21.5” E2223s 1920x1080 LED- 13 шт., рабочее место автоматизированное – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение

Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:, Ansys Student (свободно распространяемое программное обеспечение)

1. Microsoft Windows 7 Professional (договор бессрочный ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 "На поставку продукции")

2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)