

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ЭНИИ

В.М. Завьялов  
« 01 » 09 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Компьютерные технологии проектирования  
тепловых и атомных электростанций

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): магистр  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2014 г.  
КУРС 2; СЕМЕСТР 3;  
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3  
КОД ДИСЦИПЛИНЫ ДИСЦ.В.2.2

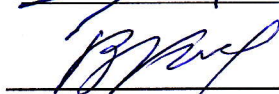
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс |
|---------------------------|------------------|
| Лекции, ч                 |                  |
| Практические занятия, ч   |                  |
| Лабораторные занятия, ч   | 32               |
| Аудиторные занятия, ч     | 32               |
| Самостоятельная работа, ч | 76               |
| ИТОГО, ч                  | 108              |

Вид промежуточной аттестации зачет в 3 семестре

Обеспечивающее подразделение кафедра Атомных и тепловых электростанций

Заведующий кафедрой  А.С. Матвеев

Руководитель ООП  В.В. Литвак

Преподаватель  В.В. Беспалов

2014 г.

## **1. Цели освоения дисциплины**

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1 и Ц3 основной образовательной программы «Теплоэнергетика и теплотехника».

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности в области создания теплоэнергетического оборудования с использованием современных технологий высокоэффективного преобразования тепловой энергии в другие виды;
- научно-исследовательской деятельности связанной с выбором, оптимизацией и разработкой высокоэффективных методов и оборудования для преобразования теплоты в другие виды энергии.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина относится к вариативной части (ДИСЦ.В.2.2). Она непосредственно связана с дисциплинами «Системная инженерия», «Моделирование комплексных систем», «Проектирование теплоэнергетических систем и установок», «Надежность и эксплуатационные режимы ТЭС», «Научно-исследовательская работа в семестре» и опирается на знания и умения, освоенные при изучении дисциплины «Использование вычислительных комплексов в решении прикладных задач» и дисциплин бакалаврского цикла: «Информатика», «Информационные технологии», «Инженерная графика», «Основы проектирования и САПР».

**ПРЕРЕКВИЗИТЫ:** «Использование вычислительных комплексов в решении прикладных задач»

**КОРЕКВИЗИТЫ:** «Системная инженерия», «Моделирование комплексных систем», «Проектирование теплоэнергетических систем и установок», «Надежность и эксплуатационные режимы ТЭС», «Научно-исследовательская работа в семестре».

## **3. Результаты освоения дисциплины**

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

**Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины**

| Результаты обучения (компетенции и из ФГОС) | Составляющие результатов обучения |   |      |  |      |  |
|---|-----------------------------------|---|------|--|------|--|
|   | Код                               | Знания  | Код  | Умения   | Код  | Владение   |
| Р7<br>(ПК-2,7, 11, 18-20, 29, 31)           | 37.3                              | Знать современные аналитические методы и модели комплексного инженерного анализа                | У7.2 | Уметь работать с системами автоматизированного проектирования                                      | В7.1 | Владеть опытом планирования процесса решения научно-технической задачи       |
| Р8<br>(ПК-9, 10, 12-15, 30)                 | 38.2                              | Знать оригинальные методы проектирования для реализации конкурентоспособных инженерных проектов | У8.3 | Уметь организовывать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ | В8.2 | Владеть навыками оформления, представления и защиты результатов исследований |

В результате освоения дисциплины «Компьютерное моделирование объектов проектирования» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

| № п/п | Результат   |
|-------|---|
| РД1   | Применять глубокие знания в области современных технологий теплоэнергетического производства для постановки и решения задач инженерного анализа, связанных с созданием и эксплуатацией теплотехнического и теплотехнологического оборудования и установок, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов теплоэнергетики |
| РД2   | Разрабатывать и планировать к разработке технологические процессы, проектировать и использовать новое теплотехнологическое оборудование и теплотехнические установки, в том числе с применением компьютерных и информационных технологий  |

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Программное обеспечение САПР**

Комплексное интегрированное программное обеспечение САПР. Системы PLM, CAE/CAD/CAM.

*Лабораторная работа 1.* Знакомство с интегрированным пакетом проектирования Siemens NX8 и его возможностями.

### **Раздел 2. Основы 3D моделирования**

Цели, способы, задачи и процессы автоматизированного компьютерного проектирования теплотехнического оборудования. Основы 3D моделирования. Моделирование деталей из листового металла.

*Лабораторная работа 2.* Построение 3D моделей деталей.

### **Раздел 3. Сборки и чертежи**

Создание конструкторских чертежей. Информационное обеспечение процесса проектирования теплотехнического оборудования. Единая система конструкторской и программной документации.

Создание сборки и сборочного чертежа. Расширенный анализ и визуализация сборки.

*Лабораторная работа 3.* Создание сборки и чертежей.

### **Раздел 4. Моделирование сложных поверхностей**

Моделирование сложных поверхностей.

*Лабораторная работа 4.* Моделирование корпуса вертолета.

### **Раздел 5. Инженерный анализ**

Теплофизические исследования в системе проектирования. Расширенная симуляция. Прочностные расчеты. Кинематические расчеты. Тепловые расчеты. Расчеты потоков жидкости и газа. Моделирование деталей оборудования ТЭС и АЭС.

*Лабораторная работа 5.* Моделирование деталей оборудования ТЭС и АЭС.

## **5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

## Методы и формы организации обучения

| Методы                             | ФОО | Лекц. | Лаб. раб. | Пр. зан./ сем., | Тр.*, Мк** | СРС | К. пр.*** |
|------------------------------------|-----|-------|-----------|-----------------|------------|-----|-----------|
| ИТ-методы                          |     |       | х         |                 | х          | х   | х         |
| Работа в команде                   |     |       | х         |                 |            |     | х         |
| Case-study                         |     |       |           |                 |            |     |           |
| Игра                               |     |       | х         |                 |            |     |           |
| Методы проблемного обучения        |     |       |           |                 |            | х   |           |
| Обучение на основе опыта           |     |       |           |                 |            | х   |           |
| Опережающая самостоятельная работа |     |       | х         |                 |            | х   |           |
| Проектный метод                    |     |       | х         |                 |            |     | х         |
| Поисковый метод                    |     |       | х         |                 |            |     | х         |
| Исследовательский метод            |     |       | х         |                 |            |     | х         |
| Другие методы                      |     |       |           |                 |            |     |           |

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\* – командный проект

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на сайте электронного курса с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного компьютерного класса и специализированного программного обеспечения.

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и заключается в:

- работе магистрантов с теоретическим материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме магистерской диссертации,

- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- выполнении домашних заданий, домашних контрольных работ,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям,
- изучении инструкций к программному обеспечению,
- подготовке к зачету.

Творческая самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
- выполнении проектно-конструкторских работ по темам кафедры,
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах,

## **6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине**

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- изучение вариантов построения сеток КЭ расширенной симуляции,
- углубленное изучение методов моделирования потоков жидкости и газа,
- изучение приемов синхронного моделирования,
- изучение методов подготовки производства САМ,
- изучение методов параметризации рядов изделий.

Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

- Разработка конструкций кавитационного теплогенератора.
- Разработка конструкций установок магнитной обработки воды.
- Разработка конструкций узлов установки по осушке дымовых газов.
- Моделирование поверхностей рабочих лопаток турбины.
- Моделирование процесса течения пара в сопловой решетке турбины.
- Разработка конструкций поверхностных теплообменных аппаратов.
- Разработка конструкций смешивающих теплообменных аппаратов.
- Разработка конструкций пластинчатых теплообменных аппаратов.

## **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Учет посещаемости сайта для самостоятельной работы.
- Результаты самостоятельного тестирования на сайте.
- Оценка презентации работ на конференц-неделе.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя:  
<http://portal.tpu.ru/SHARED/v/VIC/education/nx>
- ресурсы в LMS Moodle :  
<http://mdl.lcg.tpu.ru:82/course/view.php?id=667>

## 7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

| Контролирующие мероприятия            | Результаты обучения по дисциплине |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Оценка лабораторных работ             | РД1, РД2                          |
| Тестирование по модулям на сайте      | РД1, РД2                          |
| Оценка презентации коллективных работ | РД1, РД2                          |
| Итоговое тестирование                 | РД1, РД2                          |
| Зачет                                 | РД1, РД2                          |

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств ) (с примерами):

- **вопросы входного контроля;**
  1. Структура процесса проектирования. Стадии, иерархические уровни.
  2. Классификация проектных параметров и процедур в САПР.
  3. Блочный-иерархический подход к проектированию. Аспекты и уровни проектирования.
  4. Жизненный цикл промышленных изделий, характеристика используемых автоматизированных систем.
  5. Виды обеспечения и структура САПР.
  6. Промышленные автоматизированные системы и их функции.
  7. Состав технического обеспечения САПР. Структура корпоративной вычислительной сети.
  8. Типы и характеристики устройств вывода информации из ЭВМ.
  9. Типы и характеристики устройств ввода информации в ЭВМ.
- **контрольные вопросы, задаваемые при выполнении и защитах лабораторных работ;**
  1. Основные принципы моделирования деталей.
  2. Для чего служит эскиз.
  3. Какие бывают эскизы.
  4. Для чего служат геометрические ограничения.
  5. Что представляют собой Семейства деталей.
  6. Где задается толщина листового металла.

7. Как можно перемещать детали.
8. Для чего нужно упрощение сборки.
9. Что представляют собой механизм межмодельных связей.
10. Охарактеризуйте способы построения поверхности заметания.
11. Получение твердотельной модели на основе построенной поверхности.
12. Что представляет собой метод конечных элементов.
13. Шаги выполнения инженерного анализа.
14. Перечислите основные решатели модуля Расширенная симуляция.

• **вопросы тестирований;**

1. Какие модули Siemens NX относят к CAE.
  - a. Базовый модуль
  - b. Моделирование
  - c. Листовой металл
  - d. Студия формы
  - e. Черчение
  - f. Расширенная симуляция
  - g. Симуляция кинематических механизмов
  - h. Обработка
2. Как можно получить модель твердого тела?
  - a. используя 3D примитивы
  - b. вытягиванием и вращением плоских контуров
  - c. используя конструктивные элементы
  - d. заполнением замкнутого контура из поверхностей
  - e. путем придания толщины поверхности
  - f. используя расширенную симуляцию
3. Эскиз служит для
  - a. создания двумерных контуров.
  - b. создания чертежей детали.
  - c. создания проекции детали.
4. Что отображает навигатор модели.
  - a. Элементы построения модели.
  - b. Параметры модели.
  - c. Команды построения модели.
  - d. Размеры модели.
5. Выражения используют для
  - a. задания параметров объектов.
  - b. связи параметров объектов через формулы.
  - c. проведения вычислений.
6. Сборка в NX представляет собой файл модели, содержащий



- a. ссылки на другие модели, которые являются компонентами сборки.
  - b. модели, которые являются компонентами сборки.
  - c. отдельные детали сборки.
7. Что отображает навигатор сборки?
- a. Структуру сборки и атрибуты компонентов.
  - b. Перечень деталей сборки.
  - c. Команды построения сборки.
8. Перечислите основные решатели модуля Расширенная симуляция.
- a. NX Nastran
  - b. MSC Nastran
  - c. ANSYS
  - d. LS-Dyna
  - e. ABAQUS
  - f. Microsoft SQL
  - g. BDE Engine
9. Расположите по порядку этапы создания расчетной модели.
- a. Создание расчетной модели
  - b. Создание КЭ модели
  - c. Численное решение задачи
  - d. Создание идеализированной геометрической модели
  - e. Анализ полученных результатов

В ответ впишите последовательность букв без пробелов и знаков.

• **вопросы, выносимые на зачет.**

Итоговая оценка приобретенных знаний и умений выставляется по результатам публичной презентации коллективных заданий с учетом личного вклада каждого из студентов и успешной сдачи лабораторных работ.

Варианты коллективных заданий (на 2-3 человека): Спроектировать сборку, детализировку и провести прочностные расчеты узла.

- Редуктор
- Маслоуказатель
- Призма раздвижная
- Вентиль
- Клапан
- Зажимное устройство
- Амортизатор
- Предохранительный клапан
- Обратный клапан
- Вал шарнирный
- Тяга

## 8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

### Основная литература

1. Гончаров П. С., Ельцов М. Ю., Коршиков С. Б., Лаптев И. В., Осюк В. А. NX для конструктора-машиностроителя. — М.: ИД ДМК Пресс, 2010. — 504 с. — [ISBN 978-5-94074-590-7](#)
2. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 332 с. — [ISBN 978-5-94074-717-8](#)
3. Гончаров П. С., Артамонов И. А., Халитов Т. Ф. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 504 с. — [ISBN 978-5-94074-841-0](#)

### Дополнительная литература

4. Ельцов М. Ю., Козлов А. А., Седойкин А. В. Проектирование в NX под управлением Teamcenter. — М.: ДМК Пресс, 2013. — 752 с. — [ISBN 978-5-94074-839-7](#)
5. Краснов М., Чигишев Ю. Unigraphics для профессионалов. — ЛОРИ, 2003. — 320 с.

6. Ведмидь П. А. Основы NX CAM. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 216 с. — ISBN 978-5-94074-455-9

### Интернет-ресурсы:

1. [http://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/](http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/) – Siemens PLM Software - ведущий мировой поставщик программного обеспечения по управлению жизненным циклом изделия (PLM). Мы помогаем тысячам предприятий выпускать отличные изделия благодаря оптимизации процессов жизненного цикла — от замысла и разработки до изготовления и технической поддержки.
2. <http://www.csoft.vrn.ru/Siemens.asp> – CSoft Воронеж является стратегическим Авторизованным региональным партнёром Siemens PLM Software и предоставляет полный комплекс услуг в области поставки, внедрения и сопровождения программных продуктов Siemens PLM Software.
3. <http://cadflo.ru/> – CADFlo C.I.S. — инженерно-консалтинговая компания, имеющая статус официального представителя компании Mentor Graphics с правом распространения на рынке России и СНГ программных продуктов.
4. <http://www.plmsolutions.lv/index.php> – сайт компании "BALTIC PLM Solutions", официального представителя компании "Siemens PLM Software".
5. <http://ideal-plm.ru/> – Ideal PLM является официальным партнером компании Siemens PLM Software. Сайт содержит видеозаписи обучающих вебинаров по работе с NX.
6. <http://solidworks.tpu.ru> – Авторизованный учебный центр SolidWorks Tomsk.
7. [http://portal.tpu.ru/DITE/dite\\_Structure/lab05\\_SAPR](http://portal.tpu.ru/DITE/dite_Structure/lab05_SAPR) – Лаборатория технологий, систем и инструментов для автоматизированного инжиниринга и промышленного дизайна отдела информатизации образования ТПУ.
8. <http://www.sapr.ru/> – Web – сервер журнала САПР и графика.
9. <http://www.nslabs.ru/> – российская IT-компания, работающая в области САПР, занимается внедрением CAD/CAM/CAE/PDM/PLM решений на основе программного обеспечения компании Siemens PLM Software.
10. <http://www.plm-s.ru/> – компания PLM-сервис; Внедрение CALS-технологий.
11. <http://www.plm-forum.ru/forum/> – Форум русскоязычных пользователей CATIA, NX.

12. <http://www.cae.ru/> – Форум о CAD/CAE технологиях.

**Используемое программное обеспечение:**

1. Siemens NX8
2. Siemens Solid Age

**10. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)**

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении лабораторных работ магистранты используют компьютерные классы с соответствующим программным обеспечением.

| № п/п | Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование) | Корпус, ауд., количество установок |
|-------|---|------------------------------------|
| 1     | Компьютерный класс, ауд.101а – 4 корп.                                | 12                                 |
| 2     | Компьютерный класс, ауд. 31 – 4 корп.                                 | 15                                 |


---

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Компьютерные технологии проектирования тепловых и атомных электростанций».

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС ЭНИН

(протокол № 45 от «01» 09 2014 г.).

Авторы:

Автор(ы) В.В. Беспалов 

Рецензент(ы) Н.Н. Галашов 