

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан

Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Геометрическое моделирование и САПР

по направлению подготовки

01.04.03 Механика и математическое моделирование

Направленность (профиль) подготовки :
Механика жидкости, газа и нефтегазотранспортных систем

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024, 2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.М. Бубенчиков

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.

ОПК-4 Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.2 Применяет возможности пакетов математических вычислений для задач механики и математического моделирования и обоснованно выбирает средства этих пакетов для решения поставленной задачи.

ИОПК 4.3 Использует различные пакеты программных комплексов вычислительной механики, в том числе для проведения вычислительных экспериментов.

2. Задачи освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения ¹ по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-2 Способен разрабатывать и применять новые методы математического моделирования в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	ИОПК 2.2 Применяет возможности пакетов математических вычислений для задач механики и математического моделирования и обоснованно выбирает средства этих пакетов для решения поставленной задачи	ОР-1.1.1 Знать возможности пакетов математических вычислений и обоснования для выбора средств для моделирования форм изучаемых объектов в исследованиях для задач механики и математического моделирования ОР-1.1.2 Уметь применять существующие геометрические возможности пакетов математических вычислений для задач механики и математического моделирования ОР-1.1.3 Владеть навыками выбора средств геометрического моделирования объектов исследования в пакетах математических вычислений и математического моделирования
ОПК-4 Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики	ИОПК 4.3 Использует различные пакеты программных комплексов вычислительной механики, в том числе для проведения вычислительных экспериментов	ОР-1.2.1 Знать основные теоретические принципы и геометрические соотношения, необходимые для моделирования форм изучаемых объектов в рамках пакетов программных комплексов вычислительной механики для решения задач механики ОР-1.2.2 Уметь применять существующие и создавать эффективные средства геометрического моделирования для решения задач механики ОР-1.2.3 Владеть навыками выбора средств геометрического моделирования объектов исследования с помощью программных комплексов вычислительной механики для решения задач механики

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к общепрофессиональному циклу Блока 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

- лекции: 16 ч.

- практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основы геометрического моделирования. Операции с геометрическими объектами точка (описание, сдвиг, поворот, симметричные операции, масштабирование). Лекция. 2 часа. Коды: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 2. Способы геометрического моделирования прямых и кривых на плоскости. Операции с геометрическими объектами прямые отрезки и линии и соотношения между группами прямых отрезков и прямых, геометрическое моделирование свойств некоторых плоских кривых. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 3. Способы геометрического моделирования контуров, очерченных отрезками прямых и кривых на плоскости. Построение контуров, составленных из отрезков прямых и дуг окружностей в различных сочетаниях, позволяет получить новые составные гладкие линии. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 4. Геометрическое моделирование алгебраических кривых 2-го и 4-го порядков на плоскости. Эллипсы, параболы, гиперболы, овалы. Лекция. 2 часа. Коды

компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 5. Геометрическое моделирование плоских и пространственных кинематических кривых. Особые точки кривых, циклоиды, аналитические кинематические кривые, тригонометрические функции, спирали, винтовые линии. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 6. Геометрическое моделирование многогранных поверхностей. Пирамиды, параллелепипеды, призмы, тела Платона, тела Архимеда, развертки поверхностей многогранников. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 7. Геометрическое моделирование поверхностей вращения и переноса. Образующие и направляющие поверхностей, цилиндрические, конические поверхности и сферические поверхности и их сечения, эллиптические, параболические и гиперболические поверхности, торовые поверхности. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 8. Геометрическое моделирование линейчатых поверхностей и поверхностей сдвига. Геометрическое моделирование точно-заданных поверхностей. Линейчатые поверхности, цилиндриды и коноиды, торсовые поверхности, поверхности сдвига по подобным сечениям, геометрическое моделирование составных линий и поверхностей, определяемых набором точек, сплайны. Лекция. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий. Подготовка к контрольной точке.

Тема 9. Изучение базовых возможностей учебной САПР: интерфейс, настройки и параметры САПР, эскизы, тела, точки, кривые. Общие приемы работы. Общие приемы выполнения операций. Панель свойств. Работа с текстом и таблицами. Изучение этих базовых свойств производится в процессе выполнения тестового учебного примера разработки 2D чертежа для геометрической фигуры. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 10. Изучение базовых геометрических команд САПР. Изучение этих базовых свойств производится в процессе выполнения тестового учебного примера разработки 2D чертежа для геометрической фигуры. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 11. Принципы построения геометрических моделей в САПР. На примере изометрического изображения трехмерного объекта, обучающиеся самостоятельно выполняют разработку его 3D модели. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций:

ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3).
Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 12. Геометрическое моделирование моделей с использованием операций выдавливания и кинематических операций. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 13. Геометрическое моделирование моделей с использованием операций вращения и операций по сечениям. Практика на ПК, 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 14. Геометрическое моделирование моделей с использованием операций деформирования и построения оболочек. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 15. Геометрическое моделирование с использованием операций сечения поверхностью и по эскизу. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

Тема 16. Геометрическое моделирование геометрических моделей с использованием массовых операций. Практика на ПК. 2 часа. Коды компетенций: ИОПК 2.2 (ОР-1.1.1, ОР-1.1.2, ОР 1.1.3, ОР 1.2.1), ИОПК 4.3 (ОР 1.2.2, ОР 1.2.3). Форма СРС: изучение учебного материала, выполнение учебных заданий.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения самостоятельных домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

По результатам курса проводится комплексный дифференцированный зачет, который состоит из оценки по результатам сдачи обязательного теоретического зачета, оценок выполнения самостоятельных домашних заданий.

Теоретический зачет проводится в письменной форме в 1 семестре 2 курса магистратуры и заключается в ответе на 1 вопрос.

Продолжительность теоретического дифференцированного зачета составляет 1.5 часа.

Результаты теоретического зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка результатов контроля теоретического зачета с оценкой	Критерии соответствия
отлично	Правильный и развернутый ответ на вопрос
хорошо	В целом правильный ответ на вопрос, однако наличествуют небольшие недочеты
удовлетворительно	В целом правильный ответ на вопрос, однако фрагментарно и с большими лакунами
неудовлетворительно	Большое количество неточностей, отсутствие владения концепциями, существенные ошибки в терминологии и логике изложения
	Однозначно неправильный ответ

Оценка результатов контроля СРС	Критерии соответствия
отлично	Правильный и развернутый ответ на вопрос
хорошо	В целом правильный ответ на вопрос, однако наличествуют небольшие недочеты
удовлетворительно	В целом правильный ответ на вопрос, однако фрагментарно и с большими лакунами
неудовлетворительно	Большое количество неточностей, отсутствие владения концепциями, существенные ошибки в терминологии и логике изложения
	Однозначно неправильный ответ

Промежуточная аттестация оценивается по 5-ти бальной системе. При выводе итоговой оценки принимается во внимание текущая успеваемость. Итоговая оценка суммируется из оценки за обязательный теоретический зачет и с суммой оценок за выполненные самостоятельные домашние задания. Для уточнения итоговой оценки студентам могут быть предложены дополнительные вопросы из списка заданий, сформулированных в семестре.

Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

Компетенция	Индикатор компетенции	Формат оценки	Процедура оценки
ОПК-2	ИОПК-2.2.	Тест	Полностью правильный ответ на задание оценивается в 4 балла. Частично правильный ответ на задание оценивается в 3 или 2 балла. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
		Самостоятельное задание	Вклад выполнения 1 самостоятельного задания оценивается в пределах 4 %.
ОПК-2	ИОПК-2.2.	Тест	Полностью правильный ответ на задание оценивается в 8 баллов. Частично правильный ответ на задание оценивается в 6 или 4 балла. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
		Теоретический зачет с оценкой	Вклад ответа на теоретическом зачете с оценкой оценивается в пределах 8 %.
ОПК-4	ИОПК-4.3.	Тест	Полностью правильный ответ на задание оценивается в 1.5 балла. Частично правильный ответ на задание оценивается в 1 или 0.5 балла. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
		Самостоятельное задание	Вклад выполнения 1 самостоятельного задания оценивается в пределах 1.5 %.
ОПК-4	ИОПК-4.3.	Тест	Полностью правильный ответ на задание оценивается в 4 балла. Частично правильный ответ на задание оценивается в 3 или 2 балла. Полностью неверный ответ оценивается в 0 баллов.
		Теоретический зачет с оценкой	Вклад ответа на теоретическом зачете с оценкой оценивается в пределах 4 %.

Согласно учебному плану всего студент за курс может получить $16 \cdot 4 + 8 = 72$ балла или 72 % вклада по ИОПК-2.2 и $16 \cdot 1.5 + 4 = 28$ баллов или 28 % вклада по ИОПК-4.3. Оценке «отлично» соответствует > 90 %, диапазон > 70 % и < 90 % – оценке «хорошо», диапазон > 50 % и < 70 % – оценке «удовлетворительно», < 50 % – оценке «неудовлетворительно».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «IDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=6376>

б) Оценочные материалы текущего контроля.

в) Оценочные материалы промежуточной аттестации по дисциплине.

1. Многогранники: пирамиды, параллелепипеды, призмы
2. Правильные многогранники - тела Платона
3. Полуправильные многогранники - тела Архимеда
4. Цилиндрические поверхности и конические поверхности
5. Сферические поверхности и эллиптические поверхности
6. Параболические поверхности и гиперболические поверхности
7. Торовые поверхности
8. Косые плоскости - гиперболические параболоиды и параболические гиперболоиды Каталана
9. Поверхности косоугольного перехода
10. Коноиды и дважды косые коноиды
11. Прямые винтовые коноиды - прямые геликоиды и наклонные геликоиды
12. Цилиндроиды и дважды косые цилиндрические поверхности
13. Торсы - поверхности с ребром возврата
14. Поверхности сдвига по подобным сечениям
15. Каналовые циклические поверхности
16. Сплайны Эрмита и кубические сплайны
17. Сплайны Безье, B-сплайны и NURBS-сплайны
18. Билинейные поверхности и бикубические поверхности Кунса
19. Линейчатые поверхности и линейные поверхности Кунса
20. B-сплайновые поверхности

г) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

По окончании курса лекций проводится серия практических занятий для закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков. Эти занятия проводятся в компьютерном классе с использованием учебной версии САПР. Курс практических занятий начинается с ознакомления студентов с интерфейсом, настройкой и основами работы с этой программой. Затем на учебных примерах, содержащих подробное описание и порядок действий, под контролем преподавателя начинается ознакомление студентов с базовыми геометрическими операциями. После успешного выполнения этого учебного примера происходит проверка его выполнения с возможными внесениями поправок в построение. Следующим этапом практических работ является отработка навыков геометрического построения 3D с использованием геометрических операций редактирования геометрических моделей.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов заключается в закреплении теоретического материала лекций с помощью конспектов лекций, рекомендованных основной и вспомогательной литературы и электронных ресурсов и письменных ответах на самостоятельные задания.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. Учебный курс. / Н.Н. Голованов.– М.: ДМК Пресс, 2020. – 406 с. <https://e.lanbook.com/book/140576>
- Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. Учебный курс. / Н.Н. Голованов.– М.: ООО Курс, 2018. – 400 с. <http://new.znanium.com/go.php?id=929963>
- Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование. Учебный курс. / Н.Н. Голованов.– М.: ООО Курс, 2016. – 400 с. <http://new.znanium.com/go.php?id=5205366>
- Приступа А.В. Компьютерная графика. Алгоритмические основы и базовые технологии.
/ А.В. Приступа.– Томск: Из-во Научно-технической литературы, 2012. - 262 с.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000426285>
- Большаков В.П., Бочков А.Л., Сергеев А.А. 3D моделирование в AutoCAD, Компас-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. Учебный курс. / В.П. Большаков [и др.].– СПб.: Питер, 2011. - 336 с.

б) дополнительная литература:

- Дегтярев В.М., Затыльников В.П. Инженерная и компьютерная графика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям. / В.М. Дегтярев [и др.].– М.: Академия, 2012. – 236 с.
- Супрун Л.И. Геометрическое моделирование в начертательной геометрии. / Л.И. Супрун. – Красноярск: СФУ, 2011. – 256 с. <http://new.znanium.com/go.php?id=443218>
- Ушаков Д.М. Введение в математические основы САПР. / Д.М. Ушаков. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 208 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1311
- Малюх В.Н. Введение в современные САПР. /В.Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 190 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1314
- Филиппов В.А. Основы геометрии поверхностей оболочек пространственных конструкций. /В.А. Филиппов. – М.: Физматлит, 2009. – 191 с.
- Кунву Ли Основы САПР. CAD/CAM/CAE. / Кунву Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 559 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека КиберЛенинка [Электронный ресурс] – <https://cyberlinka.ru>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] – <http://window.edu.ru>
- Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] – <http://elibrary.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

В учебном процессе используется следующее ПО: операционная система Windows, Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook), Adobe Acrobat, бесплатные учебные версии или условно бесплатные версии САПР, публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- в) профессиональные базы данных:
 - Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
 - Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Программу составил старший преподаватель кафедры физической и вычислительной механики Ефимов К.Н.