

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Матвеев П.В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Направление/специальность подготовки	12.04.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Обеспечение качества и сертификация изделий и производств
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	3	108	68	0	0	68	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.04.01 Приборостроение

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Тимченко Виктор Владимирович, к.пед.н., доцент

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Стрельцов Вячеслав Григорьевич, ассистент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 — способность приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-3

знания:

Возможности применения современных программных обеспечений в решении задач автоматизации и оптимального управления в наукоемком производстве;

умения:

Ставить и анализировать задачи моделирования объектов и процессов;

навыки:

Владеть современными информационными технологиями разработки моделей с использованием цифровых инструментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-2/23-3 — Способен анализировать методы и средства измерений, контроля и испытаний с целью определения возможности их использования и осуществлять контроль состояния технического качества продукции на производстве
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-2 — Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ОПК-3
6	11	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении. • Основы цифрового проектирования • Применение цифрового моделирования в приборостроении • Инструменты и технологии цифрового проектирования.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении. • Математическое моделирование приборов • Симуляция и виртуальное тестирование приборов • Анализ и оптимизация цифровых моделей.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов. • Цифровое проектирование электронных компонентов • Цифровое проектирование механических компонентов • Интеграция цифровых моделей в производственный процесс.	26	16	16	10	25
6	11	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении. • Разработка цифровых прототипов приборов • Тестирование и верификация цифровых моделей • Проектная работа на основе цифрового проектирования.	30	20	20	10	25
Всего за 11 семестр			108	68	68	40	100
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	Расчет реечного зацепления	8
2		Компоненты и узловые нагрузки	8
3	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	Линейный прочностной расчет	16
4	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	Постпроцессор	8
5		Настройки сеточного генератора	8
6	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	Граничные условия и связи	5
7		Смещение контактной поверхности	5
8		Шарниры	5
9		Удаленные ГУ	5
Всего за 11 семестр			68

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
2	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
3	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	Подготовка отчета практического занятия	10
4	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	Подготовка отчета практического занятия	10
Всего за 11 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11				Отч. по ПЗ		ДР		Отч. по ПЗ		ДР			Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. В. Н. Емельянов, С. О. Здравенин, С. С. Краев. . ANSYS-практикум. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
3. К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS. М.: ДМК Пресс, 2006, эл. рес.
4. Н. Н. Берендеев. . Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench. Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.04.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете *О Естественных наук* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-3 способность приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с цифровым проектированием и моделированием в приборостроении включающие ускорение процесса проектирования, возможность проведения виртуальных тестов и оптимизации, уменьшение затрат на создание физических прототипов, улучшение точности и надежности конструкции приборов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.		
Подготовка отчета практического занятия	К. А. Басов. . Графический интерфейс комплекса ANSYS: М.: ДМК Пресс, 2006 (1 2 3)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.		
Подготовка отчета практического занятия	В. Н. Емельянов, С. О. Здоровенин, С. С. Краев. . ANSYS-практикум: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1 2 3)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.		
Подготовка отчета практического занятия	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1 2 3)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.		
Подготовка отчета практического занятия	Н. Н. Берендеев. . Методы решения задач усталости в пакете ansys workbench: Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020 (1 2 3)	10
Итого по разделу 4		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по практическому заданию

На практических занятиях студенту выдаются задания с соответствующим описанием. Студенту необходимо выполнить задания в Ansys. Задание считается сданным при полном его выполнении и предоставлении задания в электронном виде.

Дифференцированный зачет

Включает в себя ответы на теоретические вопросы (2 вопроса). При правильном ответе на два основных вопроса и один дополнительный вопрос ставится оценка «отлично», при правильном ответе на один основной вопрос и один дополнительный вопрос (задаваемый в ходе ответа студента) ставится оценка «хорошо», при правильном ответе на один вопрос ставится «удовлетворительно».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ОПК-3	
6	11	Раздел 1. Введение в цифровое проектирование и моделирование в приборостроении.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 2. Методы и техники цифрового моделирования в приборостроении.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 3. Применение цифрового проектирования в разработке приборов.	26	16	16	10	25	Отчет по практическому заданию
6	11	Раздел 4. Практические аспекты цифрового проектирования и моделирования в приборостроении.	30	20	20	10	25	Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			108	68	68	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	68	40	100	

Критерии оценивания

ОПК-3

Вопросы открытого типа:

- № 1 Какие преимущества цифрового проектирования и моделирования в приборостроении по сравнению с традиционными методами?
- № 2 Какие инструменты и технологии цифрового проектирования используются в приборостроении и какие задачи они помогают решать?
- № 3 Какие методы математического моделирования применяются в приборостроении и какие приборы можно моделировать с их помощью?
- № 4 Какие аспекты следует учитывать при цифровом проектировании электронных компонентов приборов?
- № 5 Какие методы цифрового проектирования механических компонентов приборов существуют и в каких случаях их следует применять?
- № 6 Каким образом цифровое моделирование помогает в анализе и оптимизации приборов?
- № 7 Как проводится тестирование и верификация цифровых моделей приборов?
- № 8 Какие вызовы и проблемы могут возникнуть при разработке цифровых прототипов приборов и как их можно преодолеть?
- № 9 Какие тенденции и новации существуют в области цифрового проектирования и моделирования в приборостроении?
- № 10 Какие проектные задачи можно решить на основе цифрового проектирования и моделирования в приборостроении?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Какие преимущества имеет цифровое проектирование в приборостроении?
 - а) Увеличение затрат
 - б) Уменьшение точности
 - в) Ускорение процесса проектирования
 - г) Увеличение количества ошибок
 - е) Увеличение времени разработки
- № 2 Какие методы математического моделирования используются в приборостроении?
 - а) Метод конечных соседей
 - б) Метод конечных ресурсов
 - в) Метод конечных элементов
 - г) Метод конечных возможностей
 - е) Метод конечных усилий
- № 3 Что включает в себя цифровое проектирование электронных компонентов приборов?
 - а) Учет электрических параметров
 - б) Только учет механических параметров
 - в) Учет теплового режима
 - г) Только учет электромагнитной совместимости
 - е) Никакие из перечисленных
- № 4 Что позволяет сделать цифровое моделирование приборов?
 - а) Ухудшить конструкцию приборов
 - б) Уменьшить их надежность

- с) Провести виртуальные тесты и оптимизацию
- d) Увеличить затраты на разработку
- е) Никакие из перечисленных
- № 5 Какие тенденции существуют в области цифрового проектирования и моделирования в приборостроении?
- a) Развитие программных средств для виртуального моделирования
- b) Отказ от использования компьютерных технологий
- с) Уменьшение интереса к исследованиям в этой области
- d) Отсутствие новаций и изменений
- е) Никакие из перечисленных
- № 6 Какие вызовы могут возникнуть при разработке цифровых прототипов приборов?
- a) Точность моделирования
- b) Адекватность учета всех факторов
- с) Интерпретация результатов виртуальных тестов
- d) Все вышеперечисленное
- е) Никакие из перечисленных
- № 7 Какие методы цифрового проектирования механических компонентов приборов существуют?
- a) 3D-моделирование
- b) Анализ напряжений и деформаций
- с) Оптимизация формы и материалов
- d) Все вышеперечисленное
- е) Никакие из перечисленных
- № 8 Какие преимущества имеет использование метода конечных элементов (МКЭ) в приборостроении?
- a) Увеличение ошибок
- b) Уменьшение точности
- с) Возможность анализа напряжений и деформаций
- d) Увеличение времени моделирования
- е) Увеличение затрат
- № 9 Какие инструменты используются для анализа электромагнитной совместимости при цифровом проектировании электронных компонентов приборов?
- a) Лупа и микроскоп
- b) Спектроанализатор и осциллограф
- с) Молоток и отвертка
- d) Линейка и компас
- е) Весы и рулетка
- № 10 Какие проблемы могут возникнуть при корректной интерпретации результатов виртуальных тестов при разработке цифровых прототипов приборов?

- а) Недостаточная точность моделирования
- б) Некорректные входные данные
- в) Неправильная интерпретация результатов
- г) Все вышеперечисленное
- е) Никакие из перечисленных
- № 11 Какие тенденции существуют в области цифрового проектирования и моделирования в приборостроении?
- а) Развитие методов искусственного интеллекта
- б) Отказ от использования компьютерных технологий
- в) Уменьшение интереса к исследованиям в этой области
- г) Отсутствие новаций и изменений
- е) Никакие из перечисленных