

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Григорьев М. А.	
Пользователь: grigorevma	
Дата подписания: 05.09.2024	

М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М2.04 Тепловые процессы в электромеханике и электроприводе  
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Магистратура  
магистерская программа Электропривод, электромеханика и автоматизация  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом  
Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.

М. А. Григорьев

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Григорьев М. А.	
Пользователь: grigorevma	
Дата подписания: 05.09.2024	

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент

Е. В. Белоусов

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Белоусов Е. В.	
Пользователь: belousovvev	
Дата подписания: 04.09.2024	

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является освоение современных методов моделирования электромеханических систем для последующей оптимизации конструкции электромеханических преобразователей, синтеза систем управления электроприводами. Изучение математического аппарата метода конечных элементов, овладение программными продуктами конечно-элементного анализа, овладение навыками синтеза систем управления и методами расчета систем с распределенными параметрами. Курс «Компьютерный инжиниринг электротехнических систем и комплексов» предполагает освоение студентами навыков расчета электрических машин и систем электроприводов в пакете электромагнитного анализа Ansys Electromagnetic Suite. Особенностью курса является то, что студенты вместо традиционной пассивной позиции слушателя в большей степени выступают участниками решения конкретных проектных задач. Задачей курса является создание конечно-элементной модели электрической машины в программном пакете ANSYS Maxwell. Тип привода и способы регулирования, выбранные для проектирования, меняются из года в год, что исключает элемент списывания. Каждый из студентов имеет индивидуальный вариант и возможность по-своему реализовать поставленную задачу. Роль преподавателя заключается в контроле, консультировании и направлении студентов с учётом опыта реализации им реальных проектов. Таким образом обучение происходит на основе мысле-деятельностного подхода. По итогам курса студенты сдают зачет.

## **Краткое содержание дисциплины**

В курсе изучается применение метода конечных элементов для моделирования электромеханических преобразователей и систем электроприводов. Освоив данные навыки, студенты могут решать исследовательские задачи в рамках выполнения магистерской диссертации на более высоком уровне. Выпускники магистратуры, успешно освоившие данный курс, являются востребованными на позиции инженера - проектировщика, работающего в CAD, CAE системах проектирования. Вид промежуточной аттестации - зачет.

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе по видам профессиональной деятельности	Знает: Основные узлы выделения тепловых потерь в электроприводе, методики снижения тепловых потерь. Перечень опасностей, возникающих в электроприводе при нарушении теплового режима элементов электропривода. Умеет: Рассчитывать тепловое состояние электропривода при проектировании, а также во время реальной эксплуатации объекта. Имеет практический опыт: Компьютерного моделирования тепловых процессов в электромеханике и электроприводе с применением современных программных пакетов.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Испытания электрических машин, Промышленные сети в системах управления электромеханическими комплексами, Высокоточные следящие электроприводы, Информационные системы в энергетике, Электромагнитные процессы в электромеханике и электроприводе, Экспертные методы в оценке качества электротехнических изделий, Производственная практика (научно- исследовательская работа) (2 семестр), Производственная практика (научно- исследовательская работа) (1 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Промышленные сети в системах управления электромеханическими комплексами	Знает: Последние достижения отечественной и зарубежной науки и техники в системах автоматизации управления технологическими процессами и устройствами., Коммуникации в технике автоматизации, в частности, сети Profibus-DP, Profibus-PA, ASInterface; Industrial Ethernet. Умеет: Осуществлять поиск и анализ научной информации автоматизированного объекта, требующего в основном систему циклового программного управления., Изучать и анализировать необходимую информацию систем автоматизации, технические данные автоматизированного объекта, показатели и результаты экспериментальной работы, обобщать и систематизировать их, проводить необходимые расчеты, используя современные технические средства и информационные технологии. Имеет практический опыт: Выбора элементной базы для реализации системы автоматизации, составления функциональных и принципиальных схем системы автоматизации., Осуществления экспериментальных исследований.
Электромагнитные процессы в электромеханике и электроприводе	Знает: Основные зависимости электромагнитных процессов, протекающих в электроприводе во время его эксплуатации с учетом методик повышения качества рассматриваемых процессов. Умеет: Оценивать качество используемого электрооборудования и качество его работы по виду электромагнитных процессов. Имеет практический опыт:

	Компьютерного моделирования электромагнитных процессов в электромеханике и электроприводе с применением современных программных пакетов.
Испытания электрических машин	Знает: Методы испытаний электрических машин, а также требования техники безопасности при проведении испытаний как во время выпуска продукции, так и во время эксплуатации технического объекта., Основные требования к оборудованию и измерительным приборам для испытаний электрических машин для научно-исследовательской деятельности в том числе в рамках реального производства. Умеет: Составлять программу испытаний электрических машин и проводить анализ полученных данных., Проводить компьютерную обработку результатов испытаний электрических машин с использованием современных программных пакетов. Имеет практический опыт: Определения основных электрических, прочностных характеристик электрических машин, а также прогнозирования ресурса работы эксплуатируемых электрических машин., Работы автоматизированными испытательно-диагностическими системами для контроля и управления качеством электрических машин.
Экспертные методы в оценке качества электротехнических изделий	Знает: Основные преимущества внедрения технологий оценки качества продукции на производстве., Основные преимущества внедрения технологий оценки качества продукции на производстве. Умеет: Правильно оценивать качество продукта при прохождении последним всей технологической цепочки производства., Правильно оценивать качество продукта при прохождении последним всей технологической цепочки производства. Имеет практический опыт: Корректирования экспертных методов оценки качества при модернизации производственных процессов., Корректирования экспертных методов оценки качества при модернизации производственных процессов.
Высокоточные следящие электроприводы	Знает: Современные алгоритмы построения замкнутых систем электроприводов, работающих в функции слежения и позиционирования. Умеет: Выбирать электрический и электромеханический преобразователь для реализации следящих электроприводов по критериям максимального быстродействия отработки сигнала задания и по критерию максимальной точности отработки сигнала задания. Имеет практический опыт: Настройки следящих электроприводов.
Информационные системы в энергетике	Знает: Современные методы и способы энерго- и ресурсосбережения с помощью электропривода, меры по модернизации электропривода с целью повышения его энергетической эффективности.

	Умеет: Применять современные способы и методы энерго- и ресурсосбережения с помощью электропривода, осуществлять модернизацию устаревшего и ввод в строй нового оборудования с целью повышения энергетической эффективности электротехнического и технологического оборудования, следить за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов в области энерго- и ресурсосбережения. Имеет практический опыт: Освоения нового электротехнического оборудования, расчета параметров электротехнических устройств и электроустановок, систем защиты и автоматики, анализа режимов работы электротехнического оборудования и систем.
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Знает: Основные мировые тенденции развития науки и техники в области электропривода, силовой электроники и автоматизации промышленных установок. Умеет: Оценивать применимость отдельных современных технологий для конкретного производственного процесса. Имеет практический опыт: Участия в создании проекта по модернизации производственного объекта с применением современных технологий повышения производительности либо энергоэффективности.
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)	Знает: Основные методы информационного поиска статей, диссертаций и прочих публикаций в области конкретного исследования. Умеет: Производить информационный поиск материала по конкретному научно-техническому исследованию или тематикам смежных исследований. Имеет практический опыт: Проведения обзора литературы по конкретной исследовательской тематике.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
Аудиторные занятия:	48	48	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	

<i>Самостоятельная работа (CPC)</i>	53,75	53,75
Подготовка к зачету	2	2
Семестровая работа №1 "Расчет статических характеристик"	12	12
Семестровая работа № 3 "Расчет созданной модели Maxwell"	23,75	23.75
Семестровая работа №2 "Расчет электромеханической системы с учетом тепловых процессов в электромеханическом преобразователе"	16	16
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Методы проектирования электромеханических преобразователей и систем электроприводов. Системы с распределенными параметрами.	2	0	2	0
2	Моделирование процесса работы электрической машины методом конечных элементов	46	0	46	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Семестровая работа №1. Расчет электромагнитных нагрузок, координат, статических характеристик работы электрической машины аналитическими методами.	2
2	2	Аналитический расчет RMExpert - геометрия машины. Создаётся новый проект в системе аналитического расчёта RmExpert. Приводится геометрия электрической машины в поперечном разрезе. Производится выбор типа электрической машины. Вводятся общие параметры машины, задаются линейный размеры статора, включая размеры пазов.	2
3	2	Аналитический расчет RMExpert - обмоточные данные. Вводятся обмоточные данные статора и ротора машины. Вводятся линейные размеры ротора машины.	2
4	2	Аналитический расчет RmExpert. Геометрия ротора. Задаются параметрические размеры паза ротора. В обмотке ротора заполняются размеры короткозамыкающего кольца. Указывается материал статора, ротора, обмоток.	2
5	2	Создание в библиотеке материалов сталей, требуемых для расчета машины по каталожным данным.	2
6	2	Аналитический расчет RMExpert - статические характеристики. Задаются параметры расчета: шаг, время расчета, указываются точки сохранения картины полей для анализа на этапе постпроцессинга.	2
7	2	Проверка параметров электрической машины. Для самопроверки есть	2

		возможность посмотреть трехмерную модель получившейся машины. Запуск расчета.	
8	2	Семестровая работа №2. Анализ результатов расчета RMExpert. Необходимо сопоставить полученные результаты в RM-Expert (а именно координаты ключевых точек статических характеристик, индукцию в зазоре, линейную нагрузку) с рассчитанными аналитически ранее и с каталожными данными. Для этого необходимо построить зависимость момента и тока от скорости.	2
9	2	Создание модели конечных элементов в Maxwell. После того, как в результате расчета в RM-Expert получена аналитическая модель электрической машины, необходимо приступить к созданию конечно-элементной модели в Ansys Maxwell. Для этого необходимо экспорттировать данные расчета	2
10	2	Настройка модели конечных элементов в Maxwell. Задание граничных условий, параметров расчета, настройка сетки конечных элементов, задание электромагнитных нагрузок.	2
11	2	Моделирование процесса пуска на холостом ходу и с набросом нагрузки	2
12	2	Анализ осцилограмм переходных процессов пуска	2
13-14	2	Моделирование процесса наброса нагрузки.	4
15-16	2	Анализ картины полей. По завершению расчета процесса пуска на холостом ходу с последующим набросом нагрузки, необходимо провести качественный анализ получившихся результатов. Для этого необходимо получить картины полей машины.	4
17-18	2	Семестровая работа №3. Анализ картины полей по полилиниям. Помимо визуального представления картины полей, в Maxwell имеется возможность построить график распределения той или иной электромагнитной величины по конкретному пути. Так, например, большой интерес представляет распределение электромагнитной индукции в зазоре электрической машины, которое невозможно оценить визуально.	4
19-20	2	Создание модели теплового распределения поля в режиме статического нагрева обмоток за счет протекания постоянного тока.	4
21-22	2	Создание модели междисциплинарного расчета электромагнитных полей с учетом изменения сопротивлений обмоток, обусловленного нагревом.	4
23-24	2	Зачет. Сравнительный анализ полученных результатов. Сравнение статических характеристик, полученных в результате самостоятельного расчета, расчета в системе RM-Expert и методом конечных элементов в Maxwell.	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	ПУМД: [Оsn. лит., 3], с. 44 - 56, ЭУМД: УМО для СРС [1], с 3-6, Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], Программное обеспечение: [1], [2].	3	2
Семестровая работа №1 "Прасчет	ПУМД: [Оsn. лит., 1], с. 12-18, [Доп. лит.,	3	12

статических характеристик"	2], с. 314-328, Программное обеспечение: [1], [2].		
Семестровая работа № 3 "Расчет созданной модели Maxwell"	ЭУМД: УМО для СРС [1], с 3-6, Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], Программное обеспечение: [1], [2], Методические пособия для самостоятельной работы студента: [1].	3	23,75
Семестровая работа №2 "Расчет электромеханической системы с учетом тепловых процессов в электромеханическом преобразователе"	ПУМД: [Основ. лит., 1], с. 324-351, [Основ. лит., 2], с. 36-50, Программное обеспечение: [1], [2], Методические пособия для самостоятельной работы студента: [1].	3	16

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Семестровая работа №1 "Расчет статических характеристик"	1	5	Семестровая работа №1 по разделу 1 проводится на занятии №1 в письменной форме. Оценивается по следующим критериям: 5 баллов - приведены исходные данные для расчета, расчеты ключевых точек произведены верно, работа оформлена в соответствие с требованиями; 4 балла - расчеты проведены верно, нет описания исходных данных; 3 балла - в расчетах не более двух ключевых точек допущены ошибки; 2 балла - в расчетах двух и более ключевых точек допущены ошибки.	зачет
2	3	Текущий контроль	Семестровая работа №2 "Валидация аналитической модели RmExpert"	1	5	Семестровая работа №2 (по разделу 2) выполняется на занятии № 8 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям: 5 баллов - ключевые точки статических характеристик, полученных на математической модели совпадают с рассчитанными аналитически	зачет

						4 балла - ключевые точки статических характеристики отличаются не более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения 3 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения 2 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения 0 баллов - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения	
3	3	Текущий контроль	Семестровая работа №3 "Валидация модели Maxwell"	1	5	Семестровая работа №3 (по разделу №2) выполняется на занятии № 15 в письменной форме. В семестровой работе приводятся результаты моделирования. За выполненную работу начисляются баллы по следующим критериям: 5 баллов - ключевые точки статических характеристик, полученных на КЭ модели Maxwell совпадают с рассчитанными в аналитической системе RmExpert 4 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения 3 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются не более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения 2 балла - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент может объяснить причину расхождения 0 баллов - ключевые точки статических характеристик отличаются более, чем на 10%, студент не может объяснить причину расхождения	зачет
4	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	Зачет проводится в устной форме. К зачету допускаются студенты, выполнившие все семестровые задания. На зачете студент получает вопрос по проделанной работе. Ответ оценивается преподавателем по следующим критериям: 5 баллов - студент может объяснить результаты моделирования с учетом теоретических аспектов 4 балла - студент может объяснить результаты моделирования	зачет

					3 балла - студент отвечает на вопрос по выполненной работе, но не способен ответить на уточняющие вопросы 2 балла - студент не может ответить на поставленный вопрос.	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>К зачету допускаются студенты, выполнившие все тесты по всем разделам курса. Зачет проводится в форме компьютерного тестирования. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка на зачете рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> плюс бонусные баллы <math>R_b</math> (максимум 15) по формуле: <math>R_d=R_{тек}+R_b</math>, где <math>R_{тек}=0,2 KM1+0,2 KM2+ 0,2 KM3+0,2 KM4 +0,2 KM5</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Но студент вправе улучшить свой результат при помощи сдачи промежуточной аттестации, тогда рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается по формуле: <math>R_d=0,6 R_{тек}+0,4 R_{па}+R_b</math>, где <math>R_{па}</math> – рейтинг за промежуточную аттестацию. Критерии оценивания: «Зачтено» – <math>R_d</math> больше или равно 60%; «Не зачтено» – <math>R_d</math> меньше 60%.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ПК-3	Знает: Основные узлы выделения тепловых потерь в электроприводе, методики снижения тепловых потерь. Перечень опасностей, возникающих в электроприводе при нарушении теплового режима элементов электропривода.	+	++		
ПК-3	Умеет: Рассчитывать тепловое состояние электропривода при проектировании, а также во время реальной эксплуатации объекта.	+++	++		
ПК-3	Имеет практический опыт: Компьютерного моделирования тепловых процессов в электромеханике и электроприводе с применением современных программных пакетов.	+++	++		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

a) основная литература:

- Сахаров А. С. Метод конечных элементов в механике твердых тел / Под ред. А. С. Сахарова, И. Альтенбаха. - Киев : Вища школа, 1982. - 480 с.

2. Драчев Г. И. Теория электропривода : учеб. пособие . Ч. 2 / Г. И. Драчев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2006. - 202, [1] с.. URL:  
[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000308275](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000308275)

3. Драчев Г. И. Теория электропривода : учеб. пособие . Ч. 1 / Г. И. Драчев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2005. - 208, [1] с. : ил.. URL: [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000305379](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000305379)

*б) дополнительная литература:*

1. Автоматизированный электропривод : Учеб. пособие к лаб. работам / Г. И. Драчев, О. И. Осипов, Ю. С. Усынин и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2000. - 79,[1] с. : ил.

2. Теория электропривода : Учеб. пособие для студентов специальности 1804-"Электропривод и автоматизация пром. установок и технол. комплексов". Ч. 3 / ЮУрГУ, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок и технол. комплексов; О. И. Осипов, Ю. С. Усынин, Г. И. Драчев, С. М. Бутаков. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 1998. - 89,[1] с. : ил.. URL: [http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000153743](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000153743)

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика / Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ. - Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2001-. -. URL: <http://vestnik.susu.ac.ru/>

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Е.В. Белоусов. Конечно-элементная модель асинхронного двигателя

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Е.В. Белоусов. Конечно-элементная модель асинхронного двигателя

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	526б (1)	Компьютерный класс