

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Альметьевский государственный нефтяной институт»



«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор АГНИ

А.Ф. Иванов
2019 г.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.02
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Направление подготовки: 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электротехнические комплексы и системы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	Л.В. Швецова		18.06.19
Рецензент	Т.В. Табачникова		18.06.19
И.о. зав. обеспечивающей (выпускающей) кафедрой «Электро- и теплоэнергетика»	Т.В. Табачникова		20.06.19

Альметьевск, 2019

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине.
 - 6.1. Перечень оценочных средств
 - 6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения
 - 6.3. Варианты оценочных средств
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

ПРИЛОЖЕНИЯ

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины
- Приложение 2. Лист внесения изменений
- Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» разработана доцентом кафедры «Электро- и теплоэнергетика» Швецковой Л.В.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося и индикаторы достижения компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов. ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.	Знать: - основы имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; - принципы работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения Уметь: — использовать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; — обрабатывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы Владеть: — основными методами моделирования в электроэнергетике и электротехнике; — навыками проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-2 Практические задачи по теме 2 Промежуточная аттестация: Курсовой проект. Экзамен.

Профессиональный стандарт/ анализ зарубежного и/или отечественного опыта	Обобщенная трудовая функция с указанием уровня квалификации (Код, наименование ОТФ)	Трудовая функция (Код, наименование ТФ, уровень квалификации)	Профессиональная компетенция (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический						
01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования	Н Преподавание по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Н/01.6 Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведение отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и (или) ДПП Н/02.6 Организация научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности	ПК-1. Способен преподавать по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП ПК-1.4 Проводит учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	Знать: – основные источники и методы поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; – принципы проектного менеджмента в научных исследованиях. Уметь: – строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; – работать над проектом;	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-2 Практические задачи по теме 2 Промежуточная аттестация: Курсовой проект. Экзамен.

		обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП под руководством специалиста более высокой квалификации			– планировать педагогическую деятельность; – производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; – проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП. Владеть: – особенностями научного и научно-публицистического стиля; – навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; – навыками работы в группе; – навыками делового этикета; – навыками моделирования с использованием PSCAD.	
--	--	--	--	--	---	--

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части формируемой участниками образовательных отношений ОПОП по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности (профиля) программы «Электротехнические комплексы и системы».

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет: - **4 зачетные единицы.**
- **144 часа.**

Контактная работа - **24 часа**,
в том числе: лекции – 12 часов,
практические занятия – 12 часов,

Самостоятельная работа – **84 часа.**

Контроль (экзамен) – **36 часов.**

Форма промежуточной аттестации дисциплины: курсовой проект в 1 семестре; экзамен в 1 семестре.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

Тематический план дисциплины

№ п/п	Темы дисциплины	Семестр	Виды контактной работы, их трудоемкость (час)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия об имитационном моделировании	2	2	-	-	14
2.	Тема 2. Имитационное моделирование с использованием PSCAD	2	10	12	-	35

	Итого по дисциплине		12	12	-	84
--	----------------------------	--	-----------	-----------	----------	-----------

4.2. Содержание дисциплины

Тема	Кол-во часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
Дисциплинарный модуль 1.1			
Тема 1. Основные понятия об имитационном моделировании - 2 ч.			
Лекция 1. Понятие имитационного моделирования. Особенности имитационного моделирования.	2	Лекция-визуализация	ОПК-2, ПК-1
Тема 2. Имитационное моделирование с использованием PSCAD - 12 ч.			
Лекция 2. Программный комплекс моделирования энергосистем PSCAD. Основные понятия.	2	Лекция-визуализация	ОПК-2, ПК-1
Лекция 3. Изучение библиотеки компонентов программного комплекса PSCAD. Использование элементов отображения информации и элементов воздействия на ход симуляции.	2	Лекция-визуализация	ОПК-2, ПК-1
Лекция 4, 5. Сборка модели: система, шина, выключатель, мультиметр, панель графиков, воздушная линия, трансформаторы, автотрансформаторы, статическая нагрузка, кабель, двигатель.	4	Лекция-визуализация	ОПК-2, ПК-1
Практическое занятие 1. Сборка модели: трехфазный источник напряжения, выключатель, измерители, шины, воздушная ЛЭП, нагрузка, трансформатор.	2		ОПК-2, ПК-1
Практическое занятие 2. Сборка модели: кабельная линия, асинхронная машина, короткозамыкатель, осциллографирование. Вывод величин на графики.	2		ОПК-2, ПК-1
Дисциплинарный модуль 1.2			
Тема 2 (продолжение). Имитационное моделирование с использованием PSCAD - 10 ч.			
Лекция 6. Особенности работы с элементами модели	2		ОПК-2, ПК-1
Практическое занятие 3. Запуск асинхронного двигателя.	2		ОПК-2, ПК-1
Практическое занятие 4. Короткое замыкание синхронной машины.	2		ОПК-2, ПК-1
Практическое занятие 5, 6. Моделирование элементов силовой схемы и осциллографирование данных	4	Кейс-метод	ОПК-2, ПК-1

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает подготовку студента к текущим контактным занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к практическим занятиям;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах;
- выполнение графической части курсового проекта с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» приведены в методических указаниях:

Табачникова Т.В., Швецова Т.В. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» для магистров направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», очной формы обучения – Альметьевск, АГНИ, 2019.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, решении задач на практических занятиях.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена и курсового проекта, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетенций	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Текущий контроль			
1	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по соответствующим компетенциям. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль (репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену	Банк тестовых заданий, перечень вопросов для подготовки к компьютерному тестированию
2	Практическая задача	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач
Промежуточная аттестация			
3	Курсовой проект	Авторский научно-исследовательский проект студента по приобретению практических навыков в области проектирования деталей и узлов машин общего назначения, направленный на выработку исследовательских навыков, опыта работы с научными источниками и создание законченного самостоятельного исследования	Задания на курсовой проект, вопросы к защите курсового проекта
4	Экзамен	Итоговая форма определения степени достижения запланированных результатов обучения (оценивания уровня освоения компетенций). Экзамен проводится в устной форме по всем темам дисциплины.	Перечень вопросов и задач к экзамену

6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
				Продвинутый уровень	Средний уровень	Базовый уровень	Компетенции не освоены
				Критерии оценивания результатов обучения			
				«отлично» (от 86 до 100 баллов)	«хорошо» (от 71 до 85 баллов)	«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)	«неудовлетв.» (менее 55 баллов)
1	ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов. ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.	Знать: - основы имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; - принципы работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения	Сформированные систематические представления о основах имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; принципах работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о основах имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; принципах работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения	Неполные представления о основах имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; принципах работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения	Фрагментарные представления о основах имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; принципах работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения

							абжения
			Уметь: — использо вать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; — обрабат ывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы	Сформированное умение использовать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; обрабатывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; обрабатывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы	В целом успешное, но не систематическое умение использовать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; обрабатывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы	Фрагмент арное умение использов ать современн ые программ ы моделиров ания для выполнен ия проектных работ в своей предметно й области; обрабатыв ать, анализиро вать и представл ять полученн ые результат ы выполнен ной работы
			Владеть: — основны ми методами моделирования в	Успешное и систематическое владение основными методами моделирования в электроэнергетике и электротехнике; навыками проведения исследований в среде моделирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методами моделирования в	В целом успешное, но не систематическое владение основными методами моделирования в	Фрагмент арное владение основным и

			электроэнергетике и электротехнике; — навыкам и проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD	электроэнергетических систем PSCAD	электроэнергетике и электротехнике; навыками проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD	электроэнергетике и электротехнике; навыками проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD	методами моделирования в электроэнергетике и электротехнике; навыками проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD
2	ПК-1. Способен преподавать по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей)	Знать: — основные источники и методы поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей)	Сформированные систематические представления об основных источниках и методах поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; принципах проектного менеджмента в научных исследованиях.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных источниках и методах поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; принципах проектного менеджмента в	Неполные представления об основных источниках и методах поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; принципах проектного менеджмента в научных	Фрагментарные представления об основных источниках и методах поиска информации, необходимой для разработки и научно-методичес

		программ ВО и (или) ДПП ПК-1.4 Проводит учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	программ ВО и (или) ДПП; – принципы проектного менеджмента в научных исследованиях.		научных исследованиях.	исследованиях.	кого обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; принципов проектного менеджмента в научных исследованиях.
			Уметь: – строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; – работать над проектом; – планировать педагогическую деятельность; – производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; – проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	Сформированное умение строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; работать над проектом; планировать педагогическую деятельность; производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; работать над проектом; планировать педагогическую деятельность;	В целом успешное, но не систематическое умение строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; работать над проектом; планировать педагогическую деятельность;	Фрагментарное умение строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; работать

			ю деятельность; – производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; – проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП.		деятельность; производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	над проектом; планировать педагогическую деятельность; производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП
			Владеть: – особенностями научного и научно-публицистического стиля;	Успешное и систематическое владение особенностями научного и научно-публицистического стиля; навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; навыками работы в группе; навыками делового этикета;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение особенностями научного и научно-публицистического стиля;	В целом успешное, но не систематическое владение особенностями научного и научно-публицистического стиля;	Фрагментарное владение особенностями научного и научно-

			– навыкам и применения современных компьютерных технологий для получения информации; – навыкам и работы в группе; – навыкам и делового этикета; – навыками моделирования с использованием PSCAD	навыками моделирования с использованием PSCAD	- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; - навыками работы в группе; - навыками делового этикета; - навыками моделирования с использованием PSCAD	- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; - навыками работы в группе; - навыками делового этикета; - навыками моделирования с использованием PSCAD	- публицистического стиля; - навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; - навыками работы в группе; - навыками делового этикета; - навыками моделирования с использованием PSCAD
--	--	--	--	---	---	---	---

6.3. Варианты оценочных средств

6.3.1. Тестирование компьютерное

6.3.1.1. Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» проводится два раза в течение семестра. Банк тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

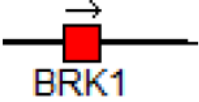
6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

6.3.1.3. Содержание оценочного средства

Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенций

Компетенции	Текст вопроса	Варианты ответов				
		1	2	3	4	5
Дисциплинарный модуль 1.1						
ОПК-2	Основные элементы процесса моделирования:	Субъект (исследователь)	Объект исследования	Модель, отражающую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта		
ОПК-2	Модель – это ...	Материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, сохраняя при этом наиболее типичные его черты, характерные для решаемой задачи	Объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, не сохраняя при этом типичные его черты, характерные для решаемой задачи	фантастический образ реальной действительности	описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства	
ПК-1	Декомпозиция – это	разделение сложной задачи на ряд простых, без ущерба для получаемог	метод решения нелинейных уравнений	метод линеаризации уравнений	разрыв соединений	

		о решения				
ПК-1	Элемент <i>Solution Time Step</i> в PSCAD -	общая длина моделирования	временной шаг моделирования EMTDC			
ПК-1	Что имитирует компонент в PSCAD представленный на рисунке? 	работу трехфазного выключателя	работу трансформатора			
Дисциплинарный модуль 1.2						
ОПК-2	Для вывода осциллограммы сигналов в PSCAD (токов, напряжений, мощностей и др.), необходимо создать	метку данных (Data Label)	канал вывода (Output Channel)	компонент Timed Fault Logic	буфер обмена (Clipboard).	
ОПК-2	В каких целях используются результаты моделирования?	для проверки результатов работы системы управления	для уменьшения использования машинных ресурсов	для принятия решения о работоспособности системы, для выбора лучшего проектного варианта, оптимизации системы	для математической формализации системы	
ПК-1	Какие величины измеряет компонент Multimeter в PSCAD?	Мгновенное напряжение и мгновенный ток	Активную и реактивную мощность потока	Среднеквадратичное напряжение	Среднеквадратичный ток	Угол фазы
ПК-1	Модель Бержерона – это ...	система L и C распределенным образом	система с распределенными параметрами	Система с логикой выключения		
ПК-1	В какой строке PSCAD есть возможность выставления РПН на трансформатор?	Tap changer on winding (On line tap changer),	Ideal Transformer Model	Copper losses	Positive sequence leakage reactance	

Перечень вопросов для подготовки к компьютерному тестированию:
по дисциплинарному модулю 1.1

1. Основные понятия о моделировании.
2. Понятие имитационного моделирования.
3. Особенности имитационного моделирования.
4. Программный комплекс моделирования энергосистем PSCAD. Основные понятия.
5. Библиотека компонентов программного комплекса PSCAD.

6. Использование элементов отображения информации и элементов воздействия на ход симуляции PSCAD.
7. Сборка модели: система, шина, выключатель, мультиметр, панель графиков, воздушная линия, трансформаторы, автотрансформаторы, статическая нагрузка, кабель, двигатель.

по дисциплинарному модулю 1.2

1. Сборка модели: система, шина, выключатель, мультиметр, панель графиков, воздушная линия, трансформаторы, автотрансформаторы, статическая нагрузка, кабель, двигатель.
2. Особенности работы с элементами модели.
3. Запуск асинхронного двигателя.
4. Короткое замыкание синхронной машины.
5. Моделирование элементов силовой схемы и осцилографирование данных.

6.3.2. Практические задачи

6.3.2.1. Порядок проведения

Выполнение практических задач осуществляется студентами на практических занятиях и самостоятельно с использованием лекционного материала, а также материалов из списка рекомендованной основной и дополнительной литературы, учебно-методических изданий и нормативно-правовых источников. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных (максимальный балл приведен в п. 6.4) ставятся, если обучающийся:

- умеет разбирать альтернативные варианты решения практических задач, развиты навыки критического анализа проблем, предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- показал умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, но допустил некритичные неточности и доказательства в ответе и решении.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- в состоянии решать задачи в соответствии с заданным алгоритмом, однако допускает ряд ошибок при решении конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допускает грубые ошибки в решении типовых практических задач (неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины).

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Пример задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-2, ПК-1:

1. Произвести имитационное моделирование КЗ синхронной машины, согласно приведенной схеме (рис.1).

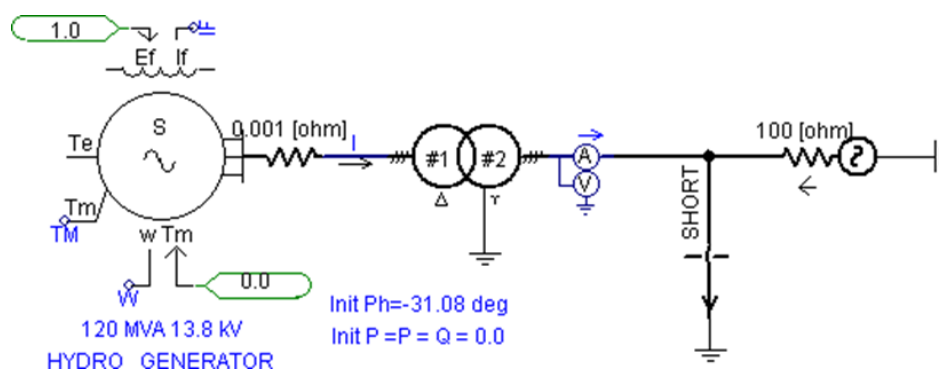


Рисунок 1 - Схема

Начальные условия. Перед началом теста на КЗ, синхронная машина должна работать в режиме установившегося состояния холостого хода. Режим ХХ достигается путем подключения машины к источнику (через трансформатор) и регулировки фазового угла и значения напряжения машины относительно напряжения источника так, чтобы ток статора в машине был равен нулю (ничтожно мал) в устойчивом состоянии (**ПК-1**).

Входные параметры. Значение напряжения и фазового угла «бесконечного» источника составляют 230.0 кВ и 0.0 градуса соответственно. Те же самые значения параметров установлены для машины: 13.8 кВ и -31.08 градуса (включая фазовый сдвиг трансформатора и интерфейса, $\Delta t = 50$ мкс) соответственно. Напряжение возбуждения, необходимое для создания выходного напряжения 1,0 pu на машине на ХХ, составляет 1,0 pu. Эти начальные условия обеспечивают режим ХХ машины

Параметры синхронной машины представлены на рис.2.

[sync_machine] Synchronous Machine	
Generator Data Format	
Armature Resistance [Ra]	0.0020992 [pu]
Armature Time Constant [Ta]	0.278 [s]
Potier Reactance [Xp]	0.163 [pu]
D: Unsaturated Reactance [Xd]	1.014 [pu]
D: Unsaturated Transient Reactance [Xd']	0.314 [pu]
D: Unsat. Transient Time (Open) [Tdo']	6.55 [s]
D: Unsat. Sub-Trans. Reactance [Xd'']	0.280 [pu]
D: Unsat. Sub-Trans. Time (Open) [Tdo'']	0.039 [s]
D: Real Transfer Admitt (Armat-Field)	1.0E+2 [pu]
D: Imag Transfer Admitt (Armat-Field)	0.0 [pu]
Q: Unsaturated Reactance [Xq]	0.770 [pu]
Q: Unsaturated Transient Reactance [Xq']	0.238 [pu]
Q: Unsat. Transient Time (Open) [Tqo']	0.85 [s]
Q: Unsat. Sub-Trans. Reactance [Xq'']	0.375 [pu]
Q: Unsat. Sub-Trans. Time (Open) [Tqo'']	0.071 [s]
Air Gap Factor	1.0

Рисунок 2 - Параметры генератора мощностью 120 МВА и 13,8 кВ

Параметры трансформатора:

Индуктивность рассеяния: Идеальный трансформатор - это просто редуктор с незначительным сопротивлением (**0.005 pu**).

Насыщение: Насыщение трансформатора отключено.

Короткое замыкание вносится на 1.0 сек.

Представить и пояснить результаты моделирования (**ОПК-2**).

Полный комплект практических задач по темам дисциплины представлен в практикуме:

Табачникова Т.В., Швецова Т.В. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» для магистров направления подготовки 13.04.02 «Электротехника и электротехника», очной формы обучения – Альметьевск, АГНИ, 2019.

6.3.3 Курсовой проект

6.3.3.1. Порядок проведения

Выполнение курсового проекта осуществляется обучающимися самостоятельно в течение семестра, включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку. Направлен на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. По завершению курсового проекта проводится его защита. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100 ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг нетиповых задач дисциплины;
- дал четкие, обоснованные и полные ответы на вопросы при защите курсового проекта, проявил готовность к дискуссии, высокий уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками, полностью и доходчиво изложил этапы решения задач, четко сформулировал результаты и доказал их высокую значимость, проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом курсового проекта.

Баллы в интервале 71-85 ставятся, если обучающийся:

- ответил на вопросы преимущественно правильно, но недостаточно четко, уровень владения сформированными знаниями, умениями и навыками средний, сформулированные задачи изложены с некоторыми погрешностями, владение материалом курсового проекта достаточно свободное.

Баллы в интервале 55-70 ставятся, если обучающийся:

- ответил на вопросы не в полном объеме, на некоторые вопросы ответ не дал, продемонстрировал уровень владения знаниями, умениями и навыками

базовый, имеются заметные погрешности в структуре курсового проекта, владение материалом курсового проекта не вполне свободное, но достаточное.

Баллы в интервале 0-54 ставятся:

- в случае, если на большую часть вопросов и замечаний ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность обучающегося по теме курсового проекта, вызывающие сомнение в самостоятельном выполнении курсового проекта, неудовлетворительное владение полученными знаниями, умениями и навыками (компетенции не освоены).

6.3.3.3. Содержание оценочного средства

Тема курсового проекта «Имитационное моделирование системы электроснабжения в программном комплексе PSCAD».

Целью курсового проекта является применение программных продуктов в электроэнергетике с использованием программного обеспечения PSCAD для развития у студентов способностей и умений решения практических задач с использованием имитационных моделей, позволяющих воспроизводить процессы, близкие к реальным. Данный курсовой проект развивает навыки инженерного проектирования и служит основой для дальнейшего выполнения выпускной квалификационной работы выпускника магистратуры.

Примерный вариант задания на курсовой проект

«Имитационное моделирование системы электроснабжения в программном комплексе PSCAD».

Исходные данные:

Элементы схемы: *Source* - электроэнергетическая система;

B1, B2, B3 - выключатель. В PSCAD принято, что если на выключатель подан логический «0», то он включен (closed), а если логическая «1», то выключатель отключен (open);

PL1 - воздушная линия электропередачи 110 кВ;

T1 - трансформатор 110/10 кВ;

Cable – одножильный кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена 10 кВ;

Bus - шина 110 или 10 кВ;

$P + jQ$ - активная и реактивная электрическая нагрузка.

K1, K2 - точки короткого замыкания

A, B, C, D - места измерения тока и напряжения, а также снятия осциллограмм токов, напряжений, активной и реактивной мощности.

Основные исходные данные для моделирования отражены в таблице.

Таблица 1 - Базовые исходные данные

Наименование параметра	Значение
Параметры системы С1	
<i>U_{ном}</i> , кВ	110
<i>Z_{с1}</i> , Ом	$8 \angle 85^\circ$
Воздушная линия ВЛ1	
Марка провода	АС 185/29
Тип двухцепной опоры	П110-4В
Длина, км, <i>L</i>	70

Активное сопротивление провода, Ом/км, r_0	0,159
Радиус провода, мм, r_n	9,4
Трансформаторы Т1	
Марка	ТДН- 25000/110- У1
$S_{ном}, МВА$	25
$U_{ВН}, кВ$	115
$U_{НН}, кВ$	10,5
Трансформаторы Т2	
Марка	ТДН- 25000/110- У1
$S_{ном}, МВА$	25
$U_{ВН}, кВ$	115
$U_{НН}, кВ$	10,5
Воздушная линия ВЛ2	
Марка провода	АС 95/16
Тип одноцепной опоры	П20-1Н
Длина, км, L	7
Активное сопротивление провода, Ом/км, r_0	0,3
Радиус провода, мм, r_n	6,75
Кабельная линия КЛ	
Марка кабеля	ПвПг 185/16-10
Расположение жил	плоскость
Длина, км, L	20
Активное сопротивление провода, Ом/км, r_0	0,128
Прокладка	воздух
Нагрузка 1	
$P_n, МВт$	11
$Q_n, МВар$	6
Нагрузка 2	
$P_n, МВт$	7
$Q_n, МВар$	1
Вид КЗ	
Интервал моделирования, с	3,5
К1	A>G
	ABC>G
К2	BC>G
Время КЗ т. К1, с	0,5
Время КЗ т. К2, с	2,8
Длительность КЗ т. К1, с	0,3
Длительность КЗ т. К2, с	0,2

*Недостающие параметры взять из справочной литературы

A>G – однофазное КЗ на землю (ф. А);

ABC>G – трехфазное КЗ на землю;

BC>G – двухфазное КЗ на землю (ф. В, С);

AB – межфазное (ф. А, В).

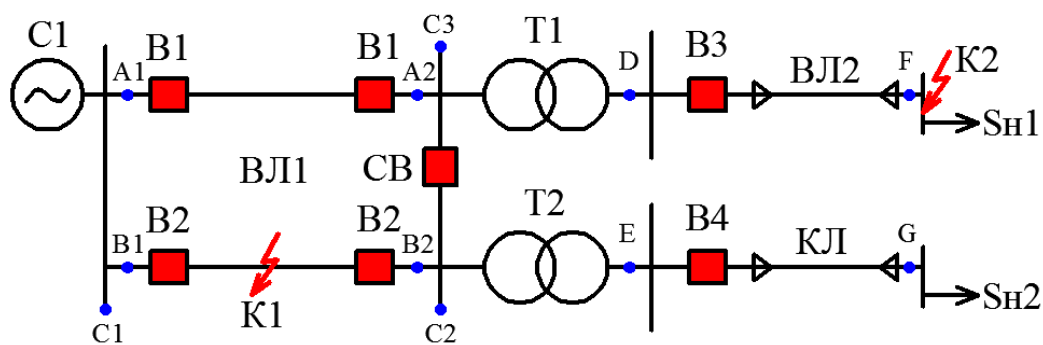


Рисунок 1 - Схема

Задание на курсовой проект:

1. Разработать модель сети (рис.1) согласно варианту. Базовые исходные данные для элементов соответствующей схемы представлены в таблице. Недостающие исходные данные в параметрах элемента определить по справочным данным или рассчитать самостоятельно (ПК-1).
2. Создать компоненту какого-либо элемента схемы (кабельной линии, асинхронного двигателя, энергосистемы, участка сети - на выбор) (ПК-1).
3. Смоделировать короткое замыкание (КЗ) в точках K1 и K2. Вид КЗ, момент появления, длительность и интервал моделирования см. табл. (ОПК-2).
4. Вывести осциллограммы до КЗ и во время КЗ (ОПК-2):
 - мгновенных значений токов в т. A1, A2 (на одной панели);
 - мгновенных значений напряжения в т. C1, C2 (на одной панели);
 - действующих значений (RMS) тока и напряжения в т. D и E (на одной панели);
 - активной и реактивной мощности в т. G.
 - мгновенных значений тока и напряжения в т. F (на одной панели).
- * - для схемы 2 вывести осциллограммы при включенном и отключенном СВ.
5. Выключатели в модели сделать управляемыми (или в ручную («0», «1»)), или через ключ управления (Switch) (ОПК-2).
6. Произвести имитацию работы релейной защиты спустя 0,2 с после начала КЗ в т. K1 логикой отключения выключателя (ОПК-2).
7. В т. A1, A2, B1, B2 вывести сигналы тока через трансформаторы тока пофазно. Коэффициент трансформации определить самостоятельно (ОПК-2).
8. В т. C1, C2 вывести сигналы напряжения через трансформаторы напряжения пофазно. Коэффициент трансформации определить самостоятельно (ОПК-2).
9. В т. A1, A2, B1, B2 вывести сигналы токов нулевой последовательности (ОПК-2).
10. Подготовить отчет с описанием модели и каждого пункта задания. Сделать выводы (ОПК-2, ПК-1).

Примерные вопросы к защите курсового проекта

№ п/п	Примерные вопросы к защите курсовой работы	ОПК-2	ПК-1
1.	Для каких целей возможно использование PSCAD?		+
2.	Для моделирования каких процессов преимущественно рассчитан PSCAD? Какие	+	+

	элементы позволяет моделировать PSCAD?		
3.	Какие аналоги PSCAD вы знаете?		+
4.	Каким образом моделируется источник в PSCAD? Какие форматы ввода данных о источнике позволяет делать PSCAD?		+
5.	Какие аварийные процессы позволяет моделировать PSCAD? С помощью какого компонента?	+	+
6.	На каких временных интервалах PSCAD способен воспроизводить переходный процесс?	+	
7.	Какой тип моделирования позволяет реализовать PSCAD?		+
8.	Отличие модели с сосредоточенными параметрами от модели с распределенными параметрами?	+	+
9.	Каким образом моделируется активная и реактивная нагрузка в компоненте Fixed Load?	+	
10.	Какие данные необходимо знать, рассчитать для трансформатора при задании параметров в PSCAD?	+	+
11.	Из каких составляющих состоит модель кабельной линии? Назначение Cable Configuration, Cable Interface и Breakout?	+	+
12.	Какие данные необходимо знать, рассчитать для кабеля при задании параметров в PSCAD?	+	+
13.	Режимы запуска асинхронной машины? Переменные, функциональные зависимости, необходимые компоненты для модели?	+	+
14.	В чем отличие Overlay от PolyGraphs?	+	
15.	Каким образом можно скопировать массив данных и осциллограммы в буфер обмена? От чего будет зависеть размер (количество точек) выгружаемого массива? Как увеличить точность выгружаемого в буфер сигнала?	+	
16.	Назначение компонента Data Signal Array Tap и Data Merge?	+	
17.	Каким образом можно смоделировать короткое замыкание через переходное сопротивление?	+	

Требования к оформлению и выполнению расчетно-пояснительной записки курсового проекта приведены в методических указаниях:

Табачникова Т.В., Швецова Л.В. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике: методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» для магистров направления подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» очной формы обучения. Альметьевск: АГНИ, 2019.

6.3.4 Экзамен

6.3.5.1. Порядок проведения

Тип задания – вопросы к экзамену, задачи. Вопросы к экзамену выдаются студентам заранее. Типовые задачи прорешиваются на практических занятиях. Студент должен дать полный, развернутый и обоснованный ответ на соответствующий вопрос в устной форме, решить задачу. Билет на экзамен включает два теоретических вопроса и одно практическое задание (задачу). Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.5.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач;
- проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины;
- дал ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявил готовность к дискуссии.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на среднем уровне соответствующих компетенций;
- способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины;
- может выполнять поиск и использовать полученную информацию для выполнения новых профессиональных действий;
- дал ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на базовом уровне соответствующих компетенций;
- частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов) может воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки;
- дал ответы на вопросы не полные.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не ответил на большую часть вопросов;
- демонстрирует полную некомпетентность в материале дисциплины, не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки.

6.3.5.3. Содержание оценочного средства

№ п/п	Примерные вопросы к экзамену	ОПК-2	ПК-1
1.	Понятие моделирования. Общие сведения.		+
2.	Математические модели и их особенности.		+

3.	Классификация математических моделей.		+
4.	Требования, предъявляемые к математическим моделям.	+	+
5.	Методы моделирования электрических схем.	+	+
6.	Основы моделирования электрических и электронных устройств.	+	+
7.	Особенности и классификация математических моделей.	+	+
8.	Стандарты моделирования электрических схем.	+	
9.	Основные средства моделирование в системе PSCAD.	+	+
10.	Для каких целей возможно использование PSCAD?		+
11.	Для моделирования каких процессов преимущественно рассчитан PSCAD? Какие элементы позволяет моделировать PSCAD?	+	+
12.	Библиотека компонентов PSCAD.	+	
13.	Виртуальные измерительные приборы в системе PSCAD.	+	
14.	Инструменты анализа схем в системе PSCAD.	+	
15.	Вращающиеся электрические машины в системе PSCAD.	+	
16.	Базовые модели машин в системе PSCAD.	+	
17.	Каким образом моделируется источник в PSCAD? Какие форматы ввода данных о источнике позволяет делать PSCAD?	+	
18.	Какие аварийные процессы позволяет моделировать PSCAD? С помощью какого компонента?	+	
19.	На каких временных интервалах PSCAD способен воспроизводить переходный процесс?	+	
20.	В чем отличия временных настроек моделирования: Duration of Run, Solution Time Step, Channel Plot Step?	+	
21.	Для чего нужен Component Wizard?	+	
22.	В чем отличие Модели Бержерона от частотно-зависимых моделей? Для каких целей применяется та или иная модель?	+	
23.	Отличие модели с сосредоточенными параметрами от модели с распределенными параметрами?	+	
24.	Каким образом моделируется активная и реактивная нагрузка в компоненте Fixed Load?	+	
25.	Какие данные необходимо знать, рассчитать для трансформатора при задании параметров в PSCAD?	+	
26.	Из каких составляющих состоит модель кабельной линии? Назначение Cable Configuration, Cable Interface и Breakout?	+	
27.	Какие данные необходимо знать, рассчитать для кабеля при задании параметров в PSCAD?	+	
28.	Режимы запуска асинхронной машины? Переменные, функциональные зависимости, необходимые компоненты для модели?	+	

29.	В чем отличие Overlay от PolyGraphs?	+	
30.	Каким образом можно скопировать массив данных и осциллограммы в буфер обмена? От чего будет зависеть размер (количество точек) выгружаемого массива? Как увеличить точность выгружаемого в буфер сигнала?	+	
31.	Назначение компонента Data Signal Array Tap и Data Merge?	+	
32.	Для чего служат компоненты Data Label и Output Channel?	+	
33.	Каким образом можно смоделировать короткое замыкание через переходное сопротивление?	+	

Примерные типовые задачи к экзамену ОПК-2, ПК-1:

1. Произвести имитационное моделирование КЗ синхронной машины, согласно приведенной схеме (рис.1).

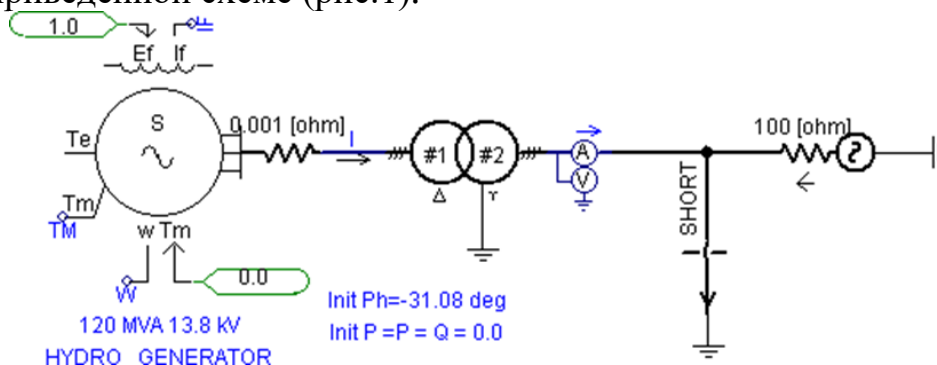


Рисунок 1 - Схема

Начальные условия. Перед началом теста на КЗ, синхронная машина должна работать в режиме установившегося состояния холостого хода. Режим ХХ достигается путем подключения машины к источнику (через трансформатор) и регулировки фазового угла и значения напряжения машины относительно напряжения источника так, чтобы ток статора в машине был равен нулю (ничтожно мал) в устойчивом состоянии (**ПК-1**).

Входные параметры. Значение напряжения и фазового угла «бесконечного» источника составляют 230.0 кВ и 0.0 градуса соответственно. Те же самые значения параметров установлены для машины: 13.8 кВ и -31.08 градуса (включая фазовый сдвиг трансформатора и интерфейса, $\Delta t = 50$ мкс) соответственно. Напряжение возбуждения, необходимое для создания выходного напряжения 1,0 pu на машине на ХХ, составляет 1,0 pu. Эти начальные условия обеспечивают режим ХХ машины

Параметры синхронной машины представлены на рис.2.

[sync_machine] Synchronous Machine	
Generator Data Format	
Armature Resistance [Ra]	0.0020992 [pu]
Armature Time Constant [Ta]	278 [s]
Potier Reactance [Xp]	0.163 [pu]
D: Unsaturated Reactance [Xd]	1.014 [pu]
D: Unsaturated Transient Reactance [Xd']	0.314 [pu]
D: Unsat. Transient Time (Open) [Tdo']	6.55 [s]
D: Unsat. Sub-Trans. Reactance [Xd'']	0.280 [pu]
D: Unsat. Sub-Trans. Time (Open) [Tdo'']	0.039 [s]
D: Real Transfer Admit (Armat-Field)	1.0E+2 [pu]
D: Imag Transfer Admit (Armat-Field)	0.0 [pu]
Q: Unsaturated Reactance [Xq]	0.770 [pu]
Q: Unsaturated Transient Reactance [Xq']	0.238 [pu]
Q: Unsat. Transient Time (Open) [Tqo']	0.85 [s]
Q: Unsat. Sub-Trans. Reactance [Xq'']	0.375 [pu]
Q: Unsat. Sub-Trans. Time (Open) [Tqo'']	0.071 [s]
Air Gap Factor	1.0
OK Cancel Help...	

Рисунок 2 - Параметры генератора мощностью 120 МВА и 13,8 кВ

Параметры трансформатора:

Индуктивность рассеяния: Идеальный трансформатор - это просто редуктор с незначительным сопротивлением (**0.005 pu**).

Насыщение: Насыщение трансформатора отключено.

Короткое замыкание вносится на 1.0 сек.

Представить и пояснить результаты моделирования (ОПК-2).

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.

Общие положения:

- Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35 баллов** по результатам текущего контроля знаний.
- Если студент по результатам текущего контроля в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку экзаменатором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».
- Выполнение контрольных работ и тестов принимается в установленные сроки.
- Защита лабораторных работ принимается в установленные сроки.

- При наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлен, но не более чем на две недели.

- Рейтинговая оценка регулярно доводится до студентов и передается в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки:

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.

2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.

3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.

4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.

5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.

6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.

7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» предусмотрено два дисциплинарных модуля.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплинарным модулям

	ДМ 1.1	ДМ 1.2
Текущий контроль (практические занятия)	9-15	9-15
Текущий контроль (тестирование)	8-15	9-15
Общее количество баллов	17-30	18-30
Итоговый балл	35-60	

Дисциплинарный модуль 1.1

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие 1. Сборка модели: трехфазный источник напряжения, выключатель, измерители, шины, воздушная ЛЭП, нагрузка, трансформатор.	7
2	Практическое занятие 2. Сборка модели: кабельная линия, асинхронная машина, короткозамыкатель, осциллографирование. Вывод величин на графики.	8

Итого:		15
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 1.1	15
Итого:		15
ВСЕГО по ДМ 1.1		30

Дисциплинарный модуль 1.2

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	Практическое занятие 3. Запуск асинхронного двигателя.	3
2	Практическое занятие 4. Короткое замыкание синхронной машины.	3
3	Практическое занятие 5, 6. Моделирование элементов силовой схемы и осцилографирование данных.	9
Итого:		15
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 1.2	15
Итого:		15
ВСЕГО по ДМ 1.2		30

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов),
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов),
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов),
- завоевание призового места (1-3) на олимпиаде, проводимой кафедрой электро- и теплоэнергетики (до 5 баллов), на олимпиадах по профилю в других вузах (до 10 баллов).

При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» предусмотрен **экзамен в 1 семестре.**

Критерии оценки знаний студентов в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена

№	Структура экзаменационного билета	Максимальный балл
1.	Первый теоретический вопрос	10
2.	Второй теоретический вопрос	10

3.	Практическое задание	20
	Итого	40

Для получения экзаменационной оценки общая сумма баллов (за дисциплинарные модули и экзамен) должна составлять от 55 до 100 баллов (см. шкалу перевода рейтинговых баллов).

Шкала перевода рейтинговых баллов

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» предусмотрен **курсовой проект**.

Критерии оценки знаний студентов

в рамках промежуточной аттестации в форме курсового проекта

№ п/п	Виды деятельности студента при выполнении курсового проекта	Максимальное кол-во баллов
1	Текущая работа, в том числе: <i>Постановка задачи</i> <i>Выбор и обоснование путей её решения</i> <i>Анализ решения и оценка его качества (глубина проработки вопросов, наличие творческого подхода, использование информационных технологий и др.)</i>	50 5 15 30
2	Защита курсового проекта включает следующие позиции: <i>Качество выполнения чертежей и иллюстраций</i> <i>Качество анализа используемой литературы</i> <i>Полнота и качество выполненной работы</i> <i>Использование современных информационных технологий</i> <i>Умение студента ориентироваться в теоретическом материале работы и доходчиво ее доложить</i>	50 10 10 10 10
3	Общая оценка	100

Для получения оценки за курсовой проект сумма баллов должна составлять 55-100 баллов (см. шкалу перевода рейтинговых баллов).

За несвоевременное выполнение и сдачу курсового проекта отнимается штрафной балл – до 20.

В экзаменационную ведомость и в зачетную книжку оценка за курсовой проект проставляется в соответствии со шкалой перевода рейтинговых баллов.

Шкала перевода рейтинговых баллов по курсовому проекту

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			
1.	Митрофанов, С. В. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 144 с. — ISBN 978-5-7410-1346-5.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61379.html	1
2.	Любченко, В. Я. Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики : учебное пособие / В. Я. Любченко, С. В. Родыгина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3627-1.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/91677.html	1
3.	Журавлева, Т. Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» / Т. Ю. Журавлева. — Саратов : Вузовское образование, 2015. — 35 с. — ISBN 2227-8397.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/27380.html	1
Дополнительная литература			
1.	Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / М. А. Мастепаненко, И. Н. Воротников, И. К. Шарипов, С. В. Аникуев. — Ставрополь : АГРУС, 2018. — 128 с. — ISBN 978-5-9596-1419-5.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/92966.html	1
2.	Кильдишов, В. Д. Использование приложения MS Excel для моделирования различных задач / В. Д. Кильдишов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-91359-342-9.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/90345.html	1
Учебно-методические издания			
1.	Табачникова Т.В., Швецова Т.В. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине по дисциплине «Имитационное моделирование в	http://elibrary.agni-rt.ru	1

	электроэнергетике и электротехнике» для магистров направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», очной формы обучения – Альметьевск, АГНИ, 2019.		
2.	Табачникова Т.В., Швецова Л.В. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике: методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» для магистров направления подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» очной формы обучения. Альметьевск: АГНИ, 2019.	http://elibrary.agni-rt.ru	1

8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1.	Учебно-методическая литература для учащихся и студентов, размещенная на сайте «Studmed.ru»	http://www.studmed.ru
2.	Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
3.	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru
4.	Электронная библиотека Elibrary	http://elibrary.ru
5.	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://iprbookshop.ru
6.	Электронная библиотека АГНИ	http://elibrary.agni-rt.ru
7.	ЗАО "ЭНЛАБ"	https://ennlab.ru/category/products/manitoba/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;
- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;
- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

Курсовой проект – самостоятельная учебная работа по приобретению практических навыков, используя знания, полученные при изучении общетехнических дисциплин. Тема курсового проекта и исходные данные для ее выполнения выдаются обучающемуся на первой неделе первого семестра. В процессе выполнения курсового проекта проводятся групповые и индивидуальные консультации. На кафедре представлен для общего обозрения график выполнения курсового проекта. Итоговая оценка за курсовой проект выставляется после проведения его защиты у руководителя курсового проектирования.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к текущему контролю успеваемости (в течение семестра), промежуточной аттестации (по окончании семестра);
- решение практических задач;
- выполнение курсового проекта;
- самостоятельное изучение теоретического материала.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», а также на электронном ресурсе АГНИ (<http://elibrary.agni-rt.ru>), доступ к которым предоставлен студентам.

10. Перечень информационных технологий

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint, Access)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
2	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
3	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
4	ABBYY Fine Reader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№24C4-181023-142527-330-872	№591/ВР00181210-СТ от 04.10.2018
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт №578 от 07.11.2018г.
7	ПО «Автоматизированная тестирующая система	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014г.	
8	PSCAD	WD#35229 от 24.01.2017г.	

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-222 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3250 2. Проектор BenQ W1070+ 3. Проекционный экран с электроприводом Lumien Master Control
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-218 компьютерный класс (учебная аудитория для	1. Компьютер в комплекте с монитором AMD FX(TM)-4300 – 10 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную

	проведения занятий лекционного и практического типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	среду института. 2. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 – 1 шт. с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 3. Проектор BenQ MX704 4. Экран на штативе 5. Сканер Epson Perfection V33 6. Принтер HP LJ P1020
3	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-220 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Ноутбук Lenovo IdeaPad B5080. 2. Проектор BenQ MX704. 3. Экран на штативе

*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся лицам с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы (проекта) - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) программы «Электротехнические комплексы и системы».

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
«Имитационное моделирование в электроэнергетике и
электротехнике»

Направление подготовки: 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электротехнические комплексы и системы

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов. ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.	Знать: - основы имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике; - принципы работы и основные возможности программ моделирования элементов систем электроснабжения Уметь: – использовать современные программы моделирования для выполнения проектных работ в своей предметной области; – обрабатывать, анализировать и представлять полученные результаты выполненной работы Владеть: — основными методами моделирования в электроэнергетике и электротехнике; — навыками проведения исследований в среде моделирования электроэнергетических систем PSCAD	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-2 Практические задачи по теме 2 Промежуточная аттестация: Курсовой проект. Экзамен.

Профессиональный стандарт/ анализ зарубежного и/или отечественного опыта	Обобщенная трудовая функция с указанием уровня квалификации (Код, наименование ОТФ)	Трудовая функция (Код, наименование ТФ, уровень квалификации)	Профессиональная компетенция (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический						
01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования	Н Преподавание по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Н/01.6 Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведение отдельных видов учебных занятий по программам бакалавриата и (или) ДПП Н/02.6 Организация научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной деятельности	ПК-1. Способен преподавать по программам бакалавриата и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП ПК-1.4 Проводит учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП	Знать: – основные источники и методы поиска информации, необходимой для разработки научно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) программ ВО и (или) ДПП; – принципы проектного менеджмента в научных исследованиях. Уметь: – строить профессиональное общение с соблюдением делового этикета; – работать над проектом;	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-2 Практические задачи по теме 2 Промежуточная аттестация: Курсовой проект. Экзамен.

		обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП под руководством специалиста более высокой квалификации			– планировать педагогическую деятельность; – производить имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике; – проводить учебные занятия по программам бакалавриата и ДПП. Владеть: – особенностями научного и научно-публицистического стиля; – навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации; – навыками работы в группе; – навыками делового этикета; – навыками моделирования с использованием PSCAD.	
--	--	--	--	--	---	--

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	Б1.В.02 Дисциплина «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части формируемой участниками образовательных отношений ОПОП по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности (профиля) программы «Электротехнические комплексы и системы». <i>Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.</i>
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: 4 ЗЕ Часов по учебному плану: 144 ч.
Виды учебной работы	Контактная работа - 24 часа, <i>в том числе:</i> лекции – 12 часов, практические занятия – 12 часов, Самостоятельная работа – 84 часа. Контроль (экзамен) – 36 часов.
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Основные понятия об имитационном моделировании. Тема 2. Имитационное моделирование с использованием PSCAD.
Форма промежуточной аттестации	курсовой проект в 1 семестре; экзамен в 1 семестре.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор АГНИ

_____/_____
(подпись) (И.О.Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины Б1.В.02
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Направление подготовки: 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы: Электротехнические комплексы и системы

на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры _____
(наименование кафедры)

протокол № _____ от " _____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой:

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)