

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины, части формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Методы моделирования объектов и систем в энергетике»

Направление подготовки магистров – 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) – Электроснабжение
Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательская
эксплуатационная

Форма обучения – очная

Машиностроительный факультет
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: ассистент кафедры ЭСиЭ

Д.К. Иванов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ
«_____» _____ 2019 г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью приобретение магистрантами знаний, умений и навыков методики моделирования объектов и систем в энергетике

Задачами дисциплины являются овладение магистрантами следующих знаний и умений:

- владеть современными инструментами моделирования;
- знание основных методы моделирования систем, современных технических средств и их программного обеспечения;
- умение производить анализ исходной задачи, осуществлять оценку возможности решения этой задачи методом моделирования, приводить оптимальный выбор программ для такого решения;
- иметь представление о современных тенденциях развития изучаемых технических средств и методов моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для её изучения требуются знания дисциплин «Высшая математика», «Информатика», «Математические задачи энергетики».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при подготовке и защите магистерской диссертации, а также для подготовки магистрантов к научно-исследовательской деятельности.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ПК-1. Способен осуществлять анализ текущего и прогнозируемого электроэнергетического режима энергосистемы с целью принятия решений о реализации мер по созданию и поддержанию наиболее надёжной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики.

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.

ИПК-1.1. Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации в сфере управления режимами объектов электроэнергетики.

ИПК-1.2. Использует системный подход для решения задач прогнозирования эксплуатационных режимов объектов электроэнергетики в сложных условиях.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.

ЗНАТЬ:

31.1. Основные методы моделирования систем.

31.2. Тенденции развития технических средств и методов моделирования.

УМЕТЬ:

У1.1. Производить анализ исходной задачи.

У1.2. Осуществлять оценку необходимости решения задачи методами моделирования.

ИПК-1.1. Осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации в сфере управления режимами объектов электроэнергетики.

ЗНАТЬ:

32.1. Программное обеспечение для решения задач моделирования.

32.2. Современные технические средства для решения задач моделирования.

УМЕТЬ:

У2.1. Приводить исходную модель к виду, удобному для моделирования.

У2.2. Разрабатывать программы для решения конкретных задач моделирования.

ИПК-1.2. Использует системный подход для решения задач прогнозирования эксплуатационных режимов объектов электроэнергетики в сложных условиях.

ЗНАТЬ:

33.1. Современные методы моделирования объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.

33.2. Тенденции развития технических средств и методов моделирования в области профессиональной деятельности по направлению подготовки.

УМЕТЬ:

У3.1. Составлять алгоритмы программ для решения конкретных задач в сфере профессиональной деятельности по направлению подготовки.

У3.2. Осуществлять оценку необходимости применения метода моделирования для решения задач в сфере профессиональной деятельности по направлению подготовки.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических занятий, консультаций, экзамена

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Аудиторные занятия (всего)		42
В том числе:		
Лекции		28
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		66
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрены
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины;		66
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		14
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрены
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд., часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. Практик.	Сам. работа
1	Моделирование, основные понятия и определения	34	9	3	-	22
2	Основные типы моделей, их классификация и область применения	39	10	7	-	22
3	Особенности моделирования электромеханических систем	35	9	4	-	22
Всего		144	28	14		66 + 36 (экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 Моделирование, основные понятия и определения»:

Общие сведения о моделировании систем, процессов и устройств. Основные понятия и определения. Техничко-экономическая эффективность моделирования электромеханических систем.

МОДУЛЬ 2 «Основные типы моделей, их классификация и область применения»:

Физические (натурные) модели. Область применения. Свойства физических (натурных) моделей. Этапы моделирования. Обработка и анализ результатов моделирования.

Компьютерные модели. Область применения. Свойства компьютерных моделей. Этапы моделирования. Обработка и анализ результатов моделирования.

Математические модели. Область применения. Свойства математических моделей. Этапы моделирования. Обработка и анализ результатов моделирования.

МОДУЛЬ 3 «Особенности моделирования электромеханических систем»:

Особенности моделей систем и процессов в электроэнергетике.

Формулирование задачи построения модели исследуемого объекта или системы управления. (2 часа)

Моделирование линейных и нелинейных многомерных электромеханических систем. (2 часа)

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические работы

№ пп	Учебно–образовательный модуль	Тематика практикума	Трудоемкость в часах
1	Моделирование, основные понятия и определения	Вводное занятие. Постановка задач исследования.	3
2	Основные типы моделей, их классификация и область применения	Построение физической (натурной) модели объекта.	2
		Построение компьютерной модели объекта	2
		Построение математической модели объекта	3
3	Моделирование, основные понятия и определения	Построение моделей линейных многомерных электромеханических систем.	2
		Построение моделей нелинейных многомерных электромеханических систем.	2

6. Самостоятельная работа и текущий контроль успеваемости.

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, к поиску, анализу и обобщению информации, новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, зачету и написанию реферата.

После вводных практических занятий, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, каждому студенту выдается задание по написанию реферата. Тематика рефератов выбирается по одному из нижеуказанных вариантов.

По заданию преподавателя дисциплины.

Преподавателем задаётся тематика в соответствии с таблицей 4, Указанные темы могут быть дифференцированы в более узкой области исследований, но в соответствии с основными направлениями (таблица 4).

Самостоятельный выбор темы.

Магистранты имеют возможность самостоятельно сформулировать тему работы, согласовать её с преподавателем и выполнить оригинальное исследование по теме изучаемой дисциплины.

Задание темы научным руководителем.

Научный руководитель в рамках изучаемой дисциплины может предложить магистранту тему реферата, материалы которого войдут составной частью в магистерскую диссертацию.

Таблица 4. Темы рефератов

№ п/п	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
1.	Модуль 1	Технико-экономический эффект моделирования систем
		Условия создания модели: необходимые и достаточные
2.	Модуль 2	Математические параметрические и непараметрические модели.
		Понятие детерминированной и стохастической модели.
		Имитационное моделирование.
3.	Модуль 3	Моделирование линейных и нелинейных многомерных электромеханических систем.
		Исследование типовых промышленных электромеханических систем методом моделирования.
		Моделирование режима оптимального распределения активной мощности в системе электроснабжения
		Моделирование режима компенсации реактивной мощности

Объём реферата 15...20 страниц А4. Основные разделы: введение; постановка задачи; описание метода решения задачи; анализ полученных результатов; приложение (таблицы, графики, программный продукт и т.д.). Оформление по ГОСТ7.32-2001. Максимальная оценка за выполненную работу – 30 баллов, в т.ч. 15 баллов – за содержательную часть, 15 баллов – за устный ответ на вопросы при докладе по реферату.

В рамках дисциплины выполняется 6 обязательных практических занятий, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое выполненное задание – 5 баллов, минимальная – 3 балла. В случае невыполнения практического занятия по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный обзор, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена работа. Тематическая направленность обзора соответствует теме пропущенного практического занятия (таблица 3). Оценивание в этом случае осуществляется путем устного опроса.

При отрицательных результатах по формам текущего контроля и (или) наличии пропусков преподаватель проводит с обучающимся индивидуальную работу по ликвидации задолженности.

6.3. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся в соответствии с СТО СМК 02.102-2012.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата: в составе учебно-методического комплекса / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - (Бакалавр. Академический курс) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-9916-3916-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/488217> . - (ID=94131-0)
2. Кутузов, О.И. Моделирование систем. Имитационный метод: учебник для вузов / О.И. Кутузов, Т.М. Татарникова. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 03.10.2022. - ISBN 978-5-507-44696-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/266780> . - (ID=150934-0)

7.2. Дополнительная литература:

1. Семенов, А.Д. Моделирование систем управления: учебник для вузов / А.Д. Семенов, Н.К. Юрков. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8114-8553-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/197543> . - (ID=148072-0)
2. Моделирование систем и процессов: учебник для вузов / В.Н. Волкова [и др.]; под редакцией В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. - Москва: Юрайт, 2022. - 450 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Режим

- доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-9916-7322-8. - URL: <https://urait.ru/bcode/489154> . - (ID=148648-0)
3. Гутова, С.Г. Моделирование систем автоматического регулирования: учебное пособие для вузов / С.Г. Гутова, Е.С. Каган; Кемеровский государственный университет. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-8383-2741-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/17353> . - (ID=146332-0)
 4. Салмина, Н.Ю. Моделирование систем: учебное пособие: в 2 частях. Часть 2 / Н.Ю. Салмина; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Москва: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-4332-0147-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110399> . - (ID=146256-0)
 5. Салмина, Н.Ю. Моделирование систем : учебное пособие : в 2 частях. Часть 1 / Н.Ю. Салмина; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Москва : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-4332-0146-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110398> . - (ID=146255-0)
 6. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум: учебное пособие для бакалавров / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 295 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2858-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/509143> (дата обращения: 27.01.2023). - (ID=153316-0)
 7. Казиев, В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учеб. пособие: в составе учебно-методического комплекса / В.М. Казиев. - 2-е изд. - М.: Интернет - Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 244 с. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 236 - 244. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9556-0108-3 (ИНТУИТ.РУ): 220 р. - (ID=89585-15)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины вариативной части блока 1 "Методы моделирования объектов и систем в энергетике". Направление подготовки магистров 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Направленность (профиль): Электроснабжение: ФГОС 3+ / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ; сост. Д.К. Иванов. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111227> . - (ID=111227-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

1. Ресурсы: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ»: сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)

УМК размещён: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111227>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины оборудование учебного кабинета (для проведения лекционного курса и практических занятий): посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; проекционное оборудование.

Для проведения практических занятий: персональные компьютеры с установленной операционной системой не ниже Windows 7 и программным обеспечением не ниже: MS Word 2013, MS Excel 2013.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
2. Критерии оценки за экзамен:
для категории «знать»:

базовый или выше – 1;
ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;
наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 4 или 5;

«хорошо» - при сумме баллов 3;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 2;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0 или 1.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

5. База заданий предъявляема учащемуся на экзамене.

1. Основные методы моделирования систем.

2. Современные технические средства для решения задач моделирования.

3. Программное обеспечение для решения задач моделирования.

4. Тенденции развития технических средств и методов моделирования.

5. Современные методы моделирования объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.

6. Тенденции развития технических средств и методов моделирования в области профессиональной деятельности по направлению подготовки.

7. Моделирование, основные понятия и определения

8. Основные типы моделей, их классификация и область применения

9. Особенности моделирования электромеханических систем

10. Физические (натурные) модели. Область применения.

11. Физические (натурные) модели. Свойства физических (натурных) моделей.

12. Физические (натурные) модели. Этапы моделирования.

13. Физические (натурные) модели. Обработка и анализ результатов моделирования.

14. Компьютерные модели. Область применения.

15. Компьютерные модели. Свойства физических (натурных) моделей.

16. Компьютерные модели. Этапы моделирования.

17. Компьютерные модели. Обработка и анализ результатов моделирования.

18. Математические модели. Область применения.

19. Математические модели. Свойства физических (натурных) моделей.

20. Математические модели. Этапы моделирования.

21. Математические модели. Обработка и анализ результатов моделирования.

22. Математические параметрические и непараметрические модели.

23. Имитационное моделирование.

24. Понятие детерминированной и стохастической модели.

25. Условия создания модели: необходимые и достаточные.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовая работа по дисциплине не предусмотрена.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с возможностью получения экзаменационной оценки по результатам текущей успеваемости, с формами защиты выполненных лабораторных работ, а также планом выполнения курсовой работы.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, к выполнению курсовой работы, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль – электроснабжение

Кафедра электроснабжения и электротехники

Дисциплина «Методы моделирования объектов и систем в энергетике»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Основные методы моделирования систем.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Производить анализ исходной задачи.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Применять различных технологий моделирования.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«отлично» - при сумме баллов 4 или 5;

«хорошо» - при сумме баллов 3;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 2;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: ассистент кафедры ЭСиЭ _____ Д.К. Иванов

Заведующий кафедрой ЭСиЭ _____ А.Н. Макаров