

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электропривода и электрического транспорта (141)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 25 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ УСТАНОВОК»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрооборудование установок для добычи и транспортировки нефти и газа

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Павлов Владимир Евгеньевич
Дата подписания: 04.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Арсентьев Олег
Васильевич
Дата подписания: 16.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дунаев Михаил
Павлович
Дата подписания: 05.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Моделирование электроприводов нефтегазовых установок» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен разрабатывать автоматизированные системы управления и электропривода для нефтегазовых предприятий	ПК-2.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.1	Проводит модельные исследования режимов работ электромеханических устройств с элементами автоматизированного управления	Знать методы моделирования электроприводов объектов профессиональной деятельности Уметь использовать средства моделирования электроприводов объектов профессиональной деятельности Владеть навыками исследования динамики систем управления. электроприводами

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Моделирование электроприводов нефтегазовых установок» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Производственная практика: проектная практика», «Производственная практика: эксплуатационная практика», «Регулируемый электропривод буровых и транспортных установок»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	69	69
Трудоемкость промежуточной	0	0

аттестации		
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Моделирование элементов систем электроприводов установок добычи нефти и газа.	1	3			1, 2, 4	7	1, 2, 3, 4	14	Тест
2	Моделирование электроприводов буровых установок.	2	3			3, 5, 6, 10	9	1, 2, 3, 3, 4	18	Тест
3	Моделирование электроприводов глубиннонасосны х установок нефтяных скважин.	3	2			9	4	1, 2, 4	10	Тест
4	Моделирование электроприводов погружных центробежных насосов.	4	2					1, 2, 3, 4	14	Тест
5	Моделирование электроприводов запорной арматуры.	5	3			7, 8, 11	6	1, 2, 3, 4	13	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				26		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Моделирование элементов систем электроприводов установок добычи нефти и газа.	Развитие цифровой вычислительной техники, широкое распространение пер-сональных ЭВМ, их высокое быстродействие, точность вычислений, значительные объемы памяти и относительная дешевизна послужили толчком к активизации использования численных методов в ряде областей инженерной деятельности. В частности, речь идет об исследовании технических систем методами

		математического моделирования.Заметим, что математическое моделирование как метод исследования и по-знания внешнего мира известен давно и сводится, в общем случае, к приближенному описанию какого-либо класса явлений в природе, биологических, экономических или технических системах с помощью математических соотношений.В математике выделяют 4 этапа исследования реальных процессов методами математического моделирования: - формирование математических соотношений, описывающих реальные процессы; - исследование математических моделей в статике и динамике; - проверка адекватности моделей реальным процессам;- уточнение моделей.
2	Моделирование электроприводов буровых установок.	Процесс сооружения скважин вращательным способом со-стоит из повторяющихся операций; спуска бурильных труб с до-лотом (инструмента) в скважину, разрушения породы на за-бое— собственно бурения, наращивания колонны труб по мере углубления скважины, подъема труб для замены изношенного долота. Для выполнения этих операций, а также для крепления ствола скважины используют буровые установки, представляю-щие собой сложный комплекс производственных механизмов. В состав этого комплекса входят подъемная система с индиви-дуальными приводами для подъема, спуска и подачи инстру-мента, буровые насосы, ротор, механизмы для приготовления и очистки бурового раствора, погрузочно-разгрузочных работ, обеспечения установки сжатым воздухом и пр. Основные (ро-тор, буровая лебедка с талевой системой и буровые насосы) и вспомогательные механизмы буровой установки приводятся в действие от силового привода, тип которого выбирают в за-висимости от условий бурения, конструкции механизмов и дру-гих факторов.
3	Моделирование электроприводов глубиннонасосных установок нефтяных скважин.	Штанговый насос используется достаточно часто и хорошо знаком большей части персонала, занятого экс-плуатацией и техническим обслуживанием. Он может при-меняться в широком диапазоне производительностей и на ограниченных скоростях и при ограниченных глуби-нах извлекать продукт из скважины вплоть до ее истоще-ния. Штанговые насосы высоконадежны и легко подда-ются диагностике с помощью ряда различных приемов: осмотра, динамометрии и зондирования скважины.Данный метод позволяет добывать высокотемператур-ные или высоковязкие нефти, а проблемы коррозии и

		образование отложений легко разрешаются. Штанговые насосы приводятся в движение электричеством или топ-ливным газом, причем электропривод легко подстраи-вается под график подачи газа или периодическую рабо-ту. Наконец, цена штангового насоса — дополнительное преимущество для поддержания эксплуатационных расходов на низком уровне.
4	Моделирование электроприводов погружных центробежных насосов.	При большом дебите жидкости в эксплуатационных скважинах для ее фор-сированного отбора откачку ведут центробежными на-сосами с использованием по-гружных электродвигателей ПЭД, опускаемых в жидкость на забой. Так как при этом нет штанг, как в глубиннонасосных установках со станками-качалками, такие насосы называются бесштанговыми. Режим работы механизмов центробежного типа определяется тремя величинами: подачей Q, напором H и угловой скоростью. Эти величины определяют так же момент сопротивления M_c и мощность на валу механизма. Основы теории механизмов центробежного типа была разработана Л. Эйлером.
5	Моделирование электроприводов запорной арматуры.	При эксплуатации любого трубопровода невозможно обойтись без элементов запорной арматуры (ЗА), предназначенных для управления потоками перемещаемой среды. К элементам ЗА относятся задвижки, заслонки, краны и вентили. Благодаря небольшому гидравлическому сопротивлению в открытом состоянии и высокой герметичности в закрытом, за-движки широко применяются на магистральных нефтепроводах. Необходимость организации дистанционного контроля и требования эксплуатации во взрывоопасной зоне обуславливают широкое применение асинхронного ЭП для управления ЗА. Электропривод запорной арматуры (ЭПЗА) представляет собой сложный мехатронный модуль, объединяющий в своём составе систему управления, силовой преобразователь, асинхронный двигатель и редуктор. В качестве силового преобразователя может использоваться преобразователь частоты (ПЧ) или тиристорный регулятор напряжения (ТРН). Известны также конструкции ЭПЗА с прямым управлением от сети при помощи контактора. Система управления обеспечивает требуемые режимы эксплуатации ЗА, адекватную реакцию ЭП на изменение внешних условий, поддержку защитных функций и коммуникаций с другими устройствами.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Моделирование статических и динамических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	2
2	Моделирование статических и динамических характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.	2
3	Модель вентильно-машинного электромеханического каскада.	3
4	Модель асинхронно- вентильного электрического каскада.	3
5	МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ СО СКАЛЯРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ	2
6	МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ» С КОМПЕНСАЦИЕЙ МОМЕНТА	2
7	МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ» С КОМПЕНСАЦИЕЙ МОМЕНТА И СКОЛЬЖЕНИЯ	2
8	МОДЕЛИ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ	2
9	ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОРЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ	4
10	Модель электропривода станка-качалки	2
11	Модель электропривода магистрального насоса	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	19
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	15

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: Разбор конкретных ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Герман-Галкин С. Г. Приложение к Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2013. - 442 с.
<https://e.lanbook.com/book/36998#book>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Методы и средства энергосбережения [Электронный ресурс] : методические указания по самостоятельной работе: направление 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника": программа "Компьютерные технологии в электроприводе": квалификация магистр / Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. - 17 с.
<http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15230.pdf>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Тест

Описание процедуры.

Зачет осуществляется в форме тестирования

Критерии оценивания.

Зачтено: полный и правильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на более чем 60% вопросов для контроля.

Не зачтено: неполный и/или неправильно оформленный отчет о лабораторной работе, правильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.1	Проводит модельные исследования режимов работ электромеханических устройств с элементами автоматизированного управления	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование.

		Выполнение практического задания.
--	--	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет осуществляется в форме тестирования

Пример задания:

Тест 1.

1. На чём основано математическое описание АД как обобщённой электрической машины?

- A) на втором законе Кирхгофа
- B) на законе Ампера
- C) на правиле Ленца
- D) на методе пространственного вектора
- E) на всём выше перечисленном

2. Модель какой системы электропривода показана на рисунке?

- 1) Системы «Г-Д»
- 2) Системы «ТП-Д»
- 3) Системы «ШИП-Д»
- 4) Системы «ПЧ-АД»
- 5) Системы «ТРН-АД»
- 6) Системы АВК

3. Каким уравнением описываются электромагнитные процессы в цепи ротора АД с короткозамкнутым ротором?

№1

№2

№3

4. С помощью какой величины учитывается влияние электромагнитной инерции на вид переходных процессов в системах электропривода?

- A) момента инерции
- B) электромагнитной постоянной времени
- C) электромеханической постоянной времени
- D) постоянной нагрева
- E) коэффициента усиления

5. В какой системе координат представлена модель АД на рисунке?

- 1) Во вращающихся координатах X-Y
- 2) В неподвижных двухфазных координатах
- 3) Во вращающейся трехфазной системе координат.

6. Как рассчитать ток в цепи якоря для режима динамического торможения ДПТНВ?

- a) $I_a = (U - E) / R$

b) $I_a = (U + E) / R$

c) $I_a = U / R$

d) $-I_a = E / R$

e) $I_a = (E - U) / R$

7. В каком из выражений допущена ошибка?

1)

c)

2)

d)

e)

8. Как рассчитать индуктивность цепи статора АД по известным параметрам схемы замещения

a)

b)

c) $L_S = L_{1S} + L_m$

d) $L_S = L_{1S} + L_m$

e) $L_R = L_{1r} + L_m$

9. Как определить знак обратной связи по току в контуре тока системы ТП Д?

A) кратковременно подключить выход датчика тока ко входу модуля регуляторов, если при этом ток якоря уменьшится, то обратная связь по току отрицательная.

B) кратковременно подключить выход датчика тока ко входу модуля регуляторов, если при этом ток якоря уменьшится, то обратная связь по току положительная

C) кратковременно подключить выход датчика скорости ко входу модуля регуляторов; если частота вращения двигателя уменьшилась, то обратная связь по току отрицательная

D) кратковременно подключить выход датчика скорости ко входу модуля регуляторов; если частота вращения двигателя уменьшилась, то обратная связь по току положительная

10. Каким образом можно увеличить длительность переходного процесса пуска типовых электроприводов постоянного и переменного тока? :

a) изменением коэффициента обратной связи по току

b) изменением коэффициента обратной связи по скорости

c) с помощью задатчика интенсивности

d) увеличением коэффициента пропорциональности регулятора тока

e) увеличением коэффициента пропорциональности регулятора скорости

Тест 2

1. АД как обобщённая электрическая машина это

A) однофазная модель

B) трехфазная модель

C) двухфазная модель

D) Г образная схема замещения

E) Т образная схема замещения

2. Модель какой системы электропривода показана на рисунке?

1) Системы «Г-Д» с обратной связью по скорости и токовой отсечкой.

2) Системы «ТП-Д» с обратной связью по скорости и токовой отсечкой.

3) Системы «Г-Д» с обратной связью по напряжению и токовой отсечкой.

4) Системы «ТП-Д» с обратной связью по напряжению.

3. Каким уравнением описываются электромагнитные процессы в цепи статора АД с короткозамкнутым ротором?

№1

№2

№3

4. С помощью какой величины учитывается влияние механической инерционности на вид переходных процессов в электроприводе?

- А) момента инерции
- В) электромагнитной постоянной времени
- С) постоянной нагрева
- Д) коэффициента усиления

5. В какой системе координат представлена модель АД на рисунке?

- 4) Во вращающихся координатах X-Y
- 5) В неподвижных двухфазных координатах
- 6) Во вращающейся трехфазной системе координат.

6. Как рассчитать ток в цепи якоря для режима пуска ДПТНВ?

- a) $I_a = (U - E) / R$
- b) $I_a = (U + E) / R$
- c) $I_a = U / R$
- d) $-I_a = E / R$
- e) $I_a = (E - U) / R$

7. В каком из выражений допущена ошибка?

- 1. c)
- 2. d)
- f) $= 2 \cdot n \setminus 30$

8. Как рассчитать индуктивность цепи ротора АД по известным параметрам схемы замещения

- a)
- b)
- c) $L_S = L_{1S} + L_m$
- d) $L_S = L_{1S} + L_m$
- e) $L_R = L_{1r} + L_m$

9. Как определить знак обратной связи по скорости в контуре скорости системы ТП Д?

- А) кратковременно подключить выход датчика тока ко входу модуля регуляторов, если при этом ток якоря уменьшится, то обратная связь по току отрицательная.
- В) кратковременно подключить выход датчика тока ко входу модуля регуляторов, если при этом ток якоря уменьшится, то обратная связь по току положительная
- С) кратковременно подключить выход датчика скорости ко входу модуля регуляторов; если частота вращения двигателя уменьшилась, то обратная связь по току отрицательная
- Д) кратковременно подключить выход датчика скорости ко входу модуля регуляторов; если частота вращения двигателя уменьшилась, то обратная связь по току положительная

10. Модуль жесткости механической характеристики электропривода увеличивается при применении:

- а. гибкой обратной связи по скорости;
- б. гибкой обратной связи по напряжению;
- в. жесткой отрицательной обратной связи по скорости;
- г. жесткой отрицательной связи по току;
- д. гибкой обратной связи по току.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Проводит модельные исследования режимов работ электромеханических устройств с элементами автоматизированного управления	Не проводит модельные исследования режимов работ электромеханических устройств с элементами автоматизированного управления

7 Основная учебная литература

1. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2013. - 442.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/36998#book>

2. Герман-Галкин С. Г. Matlab Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2008. - 367.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Герман-Галкин С. Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; ред. А. Н. Петухов, 2021. - 494.

2. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде MATLAB-SIMULINK : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2022. - 448.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение МАТЛАБ

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины