

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля), как
компонент
программы аспирантуры по научной специальности
2.4.5. Энергетические системы и комплексы,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Энергетические системы и комплексы»

Кафедра: Кафедра «Теплоэнергетика транспорта»
Института транспортной техники и систем
управления

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Научная специальность: 2.4.5. Энергетические системы и
комплексы

Форма обучения: Очная

Разработчики

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Теплоэнергетика транспорта»
Института транспортной техники и
систем управления

А.В. Дмитренко

Согласовано

Заведующий кафедрой ТТ
Председатель учебно-методической
комиссии

А.В. Дмитренко

С.В. Володин

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 377843
Подписал: заведующий кафедрой Дмитренко Артур
Владимирович
Дата: 17.11.2023

1. Цели освоения учебной дисциплины.

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) "Энергетические системы и комплексы" являются: ...

- формирование знаний, навыков и умений в области теории и практики Энергетических систем и комплексов, включая объекты транспортной техники.;

- изучение основных методов научных исследований, применяемых в области Энергетические системы и комплексы , включая объекты транспортной техники;

- освоение ключевых подходов к исследованию объектов энергетические системы и комплексы, включая объекты транспортной техники.

Цель учебной дисциплины (модуля) 2.4.5"Энергетические системы и комплексы" направлена на

формирование и развитие у аспирантов знаний, умений и навыков, позволяющих осуществлять планирование и проведение научных исследований в области "Энергетические системы и комплексы" на основе углубленного изучения теории системных исследований по общим закономерностям генерации, преобразования, накопления, передачи и использования тепловой энергии; подготовка аспирантов к научной и научно-исследовательской деятельности; подготовка аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

2. Место учебной дисциплины в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина "Энергетические системы и комплексы" относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате изучения дисциплины "Энергетические системы и комплексы" аспирант должен:

Знать:

конструкцию и принцип действия сложных объектов энергетических систем и комплексов; методы оценки эффективности проектирования и эксплуатации объектов энергетических систем и комплексов транспорта и промышленности;

Уметь:

осуществлять математическое, имитационное и компьютерное моделирование объектов энергетических систем и комплексов и их

компонентов транспорта и промышленности;

Владеть:

использования пакетов специализированных прикладных программ; оценки эффективности деятельности предприятий транспорта и промышленности в области эксплуатации объектов энергетических систем и комплексов транспорта и промышленности.

4. Объем дисциплины (модуля).

4.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа(ов)).

4.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№7	№8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	72	72	0
В том числе:			
Занятия лекционного типа	36	36	0
Занятия семинарского типа	36	36	0

4.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы аспирантов, а также в форме контактной работы аспирантов с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 180 академических часа (ов).

4.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

5. Содержание дисциплины (модуля).

5.1. Занятия лекционного типа.

5.1.1. Лекции.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Тема 1. Энергетическая стратегия, энергоаудит, энергоэффективность Энергетическая стратегия Холдинга «Российские железные дороги» на период до 2030 года. Потенциал энергосбережения и повышения эффективности деятельности холдинга «РЖД», а также

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>инновационные направления по его реализации. Основы энергоаудита на предприятиях ж.д. транспорта. Экологические проблемы стационарной теплоэнергетики ж.д. транспорта Основные приборы учета тепловой энергии и расхода теплоносителя</p>
2	<p>Тема 2. Энергетические системы теплоснабжения предприятий Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии.</p>
3	<p>Тема 3. Энергетические системы и комплексы на базе котельных транспортных систем Котельные установки и парогенераторы. Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.</p>
4	<p>Тема 4. Оборудование энергетических комплексов Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников. Деаэраторы. Основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и установки. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов.</p>
5	<p>Тема 5. Двигатели и нагнетатели энергетических комплексов Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме.</p>
6	<p>Тема 6. Энергоносители энергетических комплексов и систем Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях. Система воздуховодов. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Природные искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Проблемы защиты окружающей среды. Системы холодоснабжения. Методика определения потребности в холоде. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Схемы потребителей технического и технологического кислорода,</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	азота, аргона и других продуктов разделения. Методы расчета технологических схем станций разделения.
7	<p>Тема 7. Технологии энергетических комплексов и систем</p> <p>Методологические основы создания энерго- и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.</p> <p>Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса.</p> <p>Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках. Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.</p> <p>Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.</p>
8	<p>Тема 8. Энергетические системы и комплексы на базе использования низкопотенциального тепла</p> <p>Проблема утилизации низкопотенциальной теплоты. Уровни низкопотенциальной энергии и теплоносители для органического цикла Ренкина.</p> <p>Основные аспекты энергосбережения и экологической безопасности.</p> <p>Сравнительный анализ цикла Ренкина, реализуемого для утилизации низкопотенциального тепла с классическим пароводяным циклом</p> <p>Обзор вариантов утилизации тепла с использованием органического цикла Ренкина для различных источников теплоты и проблемы внедрения ОЦР-установок.</p>
9	<p>Тема 9. Характеристики энергетических комплексов и систем на базе органического цикла Ренкина (ОЦР)</p> <p>Возможности модернизации котельных для применения ОЦР и новая структура тепловой схемы станции.</p> <p>Характеристики низкокипящих рабочих тел для органического цикла Ренкина (ОЦР).</p> <p>Оценка и баланс избытков энергии котельных стационарного транспорта.</p> <p>Оценка коэффициентов полезного действия на основе органического цикла Ренкина по диаграмме состояния рабочего вещества.</p> <p>Анализ параметров основного оборудования и модель по определению потерь в цикле ОЦР.</p> <p>Расчет тепловых и массогабаритных характеристик оборудования ОЦР.</p>
10	<p>Тема 10. Энергетические комплексы и экономические аспекты их реализации</p> <p>Энергетика и экономика. Влияние энергосбережения на темпы развития экономики. Структура потребления электрической энергии и теплоты и организация управления промышленными предприятиями, пути их совершенствования. Капитальные вложения, источники инвестиций, основные фонды и оборотные средства: структура, динамика, показатели, пути повышения эффективности использования. Ценообразование.</p>

5.2. Занятия семинарского типа.

5.2.1. Практические занятия.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Тема 1. Энергетическая стратегия, энергоаудит, энергоэффективность

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Повышение эффективности использования ТЭР на объектах стационарной теплоэнергетики ж.д. транспорта - основная мера по снижению экологической нагрузки а окружающую среду. Показатели энергетической эффективности: технические, термодинамические. Устройство приборов учёта тепловой энергии и расхода теплоносителя. Классификация топливно-энергетических ресурсов (ТЭР); их свойства и особенности применения. Характеристики ТЭР, используемых в хозяйствах Ж.Д. транспорта.
2	Тема 2. Энергетические системы теплоснабжения предприятий Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с транспортными и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями. Математическое моделирование и расчета систем теплоснабжения.
3	Тема 3. Энергетические системы и комплексы на базе котельных транспортных систем Расчет водогрейных и паро-водогрейных котлов. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.
4	Тема 4. Оборудование энергетических комплексов Расчет сушильной установки. Основы расчета и подбора стандартного оборудования.
5	Тема 5. Двигатели и нагнетатели энергетических комплексов Расчет основных термодинамических характеристик высокотемпературных ступеней газовой турбины. Особенности расчета турбодетандеров и двигателей Стирлинга.
6	Тема 6. Энергоносители энергетических комплексов и систем Расчет систем теплоснабжения на транспорте. Расчет систем водоснабжения на транспорте.
7	Тема 7. Теплоэнергетические технологии Математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии.
8	Тема 8. Энергетические системы и комплексы на базе использования низкопотенциального тепла Расчет основных характеристик цикла Ренкина, реализуемого для утилизации низкопотенциального тепла с классическим пароводяным циклом.
9	Тема 9. Характеристики энергетических комплексов и систем на базе органического цикла Ренкина (ОЦР) Расчет недокуперации при оценке коэффициентов полезного действия на основе органического цикла Ренкина по диаграмме состояния рабочего вещества. Расчет тепловых и массогабаритных характеристик оборудования ОЦР.
10	Тема 10. Энергетические комплексы и экономические аспекты их реализации Расчет экономической целесообразности теплотехнического оборудования.

5.3. Самостоятельная работа аспирантов.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Энергетическая стратегия Холдинга «Российские железные дороги» на период до 2030 года. Потенциал энергосбережения и повышения эффективности деятельности холдинга «РЖД», а также инновационные направления по его реализации. Основы энергоаудита на предприятиях ж.д. транспорта. Экологические проблемы стационарной теплоэнергетики ж.д. транспорта. Основные приборы учета тепловой энергии и расхода теплоносителя.
2	Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей.
3	Котельные установки и парогенераторы. Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали.
4	Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников. Деаэраторы. Основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и установки. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов.
5	Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых компрессоров. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени.
6	Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Газовый баланс предприятия. Природные искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы защиты окружающей среды.
7	Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения технологической эффективности производства, экономии энергетических и материальных ресурсов, защиты окружающей среды. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок.
8	Проблема утилизации низкопотенциальной теплоты. Уровни низкопотенциальной энергии и теплоносители для органического цикла Ренкина. Основные аспекты энергосбережения и экологической безопасности. Сравнительный анализ цикла Ренкина, реализуемого для утилизации низкопотенциального тепла с классическим пароводяным циклом
9	Возможности модернизации котельных для применения ОЦР и новая структура тепловой схемы станции. Характеристики низкокипящих рабочих тел для органического цикла Ренкина (ОЦР). Оценка и баланс избытков энергии котельных стационарного транспорта. Оценка коэффициентов полезного действия на основе

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	органического цикла Ренкина по диаграмме состояния вещества рабочего.
10	Энергетика и экономика. Влияние энергосбережения на темпы развития экономики. Структура потребления электрической энергии и теплоты и организация управления промышленными предприятиями, пути их совершенствования. Капитальные вложения, источники инвестиций, основные фонды и оборотные средства: структура, динамика, показатели, пути повышения эффективности использования. Ценообразование.
1	Подготовка к промежуточной аттестации.

6. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	ГОСТ 25646-95. Эксплуатация строительных машин. Общие требования.	Библиотека РУТ
2	Основы тепломассообмена и гидродинамики в однофазных и двухфазных средах. Критериальные, интегральные, статистические и прямые численные методы моделирования : монография / А. В. Дмитренко. - Москва : ЛАТМЭС, 2008. - 395 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-93271-404-1	https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2C%20Артур%20Владимирович.
3	Введение в феноменологическую неравновесную термодинамику : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по	https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2C%20Артур%20Владимирович.

	<p>направлениям "Авиа-и ракетостроение" и "Техническая физика" / А. В. Дмитренко, В. Г. Попов. - Москва : МАТИ, 2007. - 178, [1] с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-93271-375-4</p>	
4	<p>Введение в феноменологическую и статистическую термодинамику : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям "Авиа-ракетостроение" и "Техническая физика" / А. В. Дмитренко, В. Г. Попов. - [2-е изд., испр.]. - Москва : МАТИ, 2007. - 190, [1] с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-93271-310-5</p>	<p>https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2C%20Артур%20Владимирович.</p>
5	<p>Теплотехника: учебник для вузов / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев, СПб, 2015.</p>	<p><a href="http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>">http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.></p>
6	<p>Моисеев, Б.В. Промышленная теплоэнергетика [Электронный ресурс] : учебник / Б.В. Моисеев, Ю.Д. Земенков, С.Ю. Торопов. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГН-ГУ, 2014. —</p>	<p>https://e.lanbook.com/book/55434</p>

	236 с.	
7	Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник/В.П. Тарасик - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 592 с.	http://znanium.com/bookread2.php?book=549747
8	Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 книгах. — 4-е изд., стер. — Мо-сква : МЭИ, [б. г.]. — Книга 1 : Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы: справочник — 2007. — 528 с.	https://e.lanbook.com/book/72300
9	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справочник : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд. дом МЭИ, 2007. Кн. 3 : Тепловые и атомные электростанции. -2003. -648 с.	https://search.rsl.ru/ru/record/01002406617
10	Александров, А. А. и др. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник. Кн. 2 .Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия) в 4 кн. / под общ. ред. Григорьева В.А., Зорина В.М. – 3-е изд-е, перераб. – М.: Изд-во МЭИ. – 2001. –560 с.	https://openbooks.itmo.ru/ru/lib_book/43438/43438.pdf

11	Вукалович Михаил Петрович. Техническая термодинамика [Текст] : [Учебник для энерг. специальностей вузов] / М. П. Вукалович, И. И. Новиков. - 4-е изд. - Москва : Энергия, 1968. - 496 с. : черт.; 27 см.	https://search.rsl.ru/ru/record/01006145909
12	Щетинков Евгений Сергеевич. Физика горения газов [Текст]. - Москва : Наука, 1965. - 739 с. : ил.; 22	https://search.rsl.ru/ru/search#q=author%3A(щетинков%20евгений%20сергеевич)
13	Дмитренко Артур Владимирович. Теплопередача : учебное пособие / А. В. Дмитренко, В. Г. Попов; "МАТИ" - Рос. гос. технол. ун-т им. К. Э. Циолковского. - Москва : МАТИ, 2006 (М. : Тип. ИЦ МАТИ). - 121 с.; 21 см.; ISBN 5-93271-342-9	https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2С%20Артур%20Владимирович
14	Дмитренко Артур Владимирович. Стохастическая гидродинамика и теплообмен. Турбулентность и корреляционная размерность аттрактора. Теория эквивалентных мер и множеств с повторяющимися, счетными фрактальными элементами. Коррелятор "детерминированность-случайность":	Библиотека РУТ; https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2С%20Артур%20Владимирович .

	монография / Дмитриенко Артур Владимирович. - Москва : Галлея- принт, 2018-. - 21 см.; ISBN 978-5-9904322-2- 2	
15	Дмитренко Артур Владимирович. Теория эквивалентных мер и множеств с повторяющимися, счетными фрактальными элементами. Стохастическая термодинамика и турбулентность. Коррелятор "Детерминированность -случайность" [Текст] : монография / Дмитренко Артур Владимирович. - Москва : Галлея- Принт, 2013. - 226 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978- 5-9904322-1-5	Библиотека РУТ; https://search.rsl.ru/ru/search#q=Дмитренко%2C%20Артур%20Владимирович.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

3. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

4. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы

- <http://encycl.yandex.ru>

- <http://standard.gost.ru>

- <http://www1.fips.ru>

- <http://www.td-j.ru>

- <http://ria-stk.ru>

- <http://www.datsys.ru>
- Web of Science
- Scopus

8. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Система автоматизированного проектирования Autocad;
2. Система автоматизированного проектирования Компас;
3. Специализированная программа Mathcad.
4. Операционная система Windows
5. Текстовый редактор MS Word
6. Графические редакторы, MS Paint, Adobe Photoshop
7. Средство подготовки презентаций PowerPoint
8. Средство компьютерных телекоммуникаций: Internet Explorer, Microsoft Outlook
9. Системы автоматизированного расчета и проектирования MATLAB

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET (для осуществления консультаций в интерактивном режиме);
2. Рабочее место аспиранта (аспирантская) с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET (для осуществления консультаций в интерактивном режиме);
3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.
4. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места аспирантов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET
5. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.
6. Приводы машин и их модели (гидро- пневмо и электроприводы);
7. Специализированная аудитория 3Д- моделирования.
8. Модели робототехнических установок.

10. Форма промежуточной аттестации: Экзамен в 8 семестре.

11. Оценочные материалы.

Оценочные материалы формируются на основе принципов оценивания: валидности, определенности, однозначности, надежности.

Оценочные материалы включают в себя контрольные вопросы и типовые

задания для практических занятий, контрольных работ, зачетов, экзаменов, тесты, примерную тематику рефератов, а также иные формы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.