

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы физического эксперимента

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), 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 (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Арсланов И.М. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), IIMArslanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов
ПК-4	способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата
ПК-8	готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

определения и понятия: исследовательская работа, математическая модель, испытание, метод МНК, верификация модели, оптимизация параметров исследования, статистическая гипотеза, доверительный интервал, вычислительный эксперимент, план эксперимента; основные уравнения математической статистики; методики: планирования эксперимента, выявление корреляционных связей однофакторных и многофакторных моделей, нахождения регрессионной зависимости, методы оптимизации; методики проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа результатов; основные методы разработки и оформления научных исследований; этапы НИР; элементы научной новизны и практической значимости работы; способы и методы поиска, накопления и обработки научной информации; приемы изложения научных материалов и формирования рукописи научной работы; современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности, основные термины и понятия, используемые в исследовательской деятельности.

Должен уметь:

планировать эксперимент, строить математические модели по экспериментальным данным; использовать стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования при проведении исследований; анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции; грамотно представлять результаты исследовательской и проектной деятельности; выбрать направление, поставить цель и задачи научных исследований, наметить пути и этапы их решения; организовать и провести эксперимент в условиях научно-исследовательской лаборатории; оформить результаты эксперимента в виде текста, графиков, диаграмм и т.д.; систематизировать отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области машиностроительного производства; находить требуемую научную и техническую информацию; защищать результаты научных исследований.

Должен владеть:

навыками поиска и анализа современной научно-технической информации; навыками организации и проведения экспериментальных исследований в области машиностроения; навыками презентации результатов научного исследования и ведения научной дискуссии. методами организации и проведения теоретического исследования; методами графического изображения результатов измерений, методами подбора эмпирических формул; методами синтеза соединений на основе полученных фундаментальных знаний в области теории и приобретенных экспериментальных навыков; теоретическими основами и практическими навыками работы на экспериментальных установках и научном оборудовании; современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований, свободно владеть ими при проведении самостоятельных научных исследований. навыками формулировать выводы исследования; навыками составлять отчет, доклад по результатам исследования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 216 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), 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 (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы исследовательской работы.	6	3	0	2	26
2.	Тема 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики.	6	4	0	4	30
3.	Тема 3. Моделирование.	6	5	0	6	25
4.	Тема 4. Экспериментально-статистическое исследование связей.	6	6	0	6	27
5.	Тема 5. Методы и средства экспериментальных исследований.	7	4	0	4	26
6.	Тема 6. Планирование и обработка эксперимента.	7	4	0	4	25
7.	Тема 7. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования.	7	4	0	4	26
8.	Тема 8. Контрольно-измерительные приборы.	7	4	0	4	22
9.	Тема 9. Поверка и калибровка приборов.	7	2	0	2	9
	Итого		36	0	36	216

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основы исследовательской работы.

Основные задачи исследовательской работы. Классификация исследований. Объект исследования и его характеристика. Модель "Черный ящик". Факторы и параметры, требования, предъявляемые к ним. Информационный поиск. Научно ? техническая информация. Информационно - патентный поиск. Моделирование. Модели и их классификации. Физическая и математическая модели машины (узла). Подobie.

Тема 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики.

Основные статистические характеристики рядов измерений. Дисперсия, среднеквадратичное отклонение, математическое ожидание и т.д. Исключение резко выделяющихся значений. Понятие доверительного интервала и доверительной вероятности. Критерий Стьюдента. Оценка доверительного интервала для среднего из выборки. Планирование объема необходимой выборки для обеспечения требуемой точности. Нормальный закон распределения, его параметры и использование. Проверка гипотезы о законе распределения.

Тема 3. Моделирование.

Понятие планирования эксперимента. Классификация планов. Область определения, интервалы варьирования и уровни факторов. Кодирование факторов. Матрица планирования полного факторного эксперимента. Выбор модели при проведении полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Понятие определяющего контраста. Выбор модели при проведении полного факторного эксперимента. Планирование отсеивающего эксперимента. Планы второго порядка. Понятие оптимизации параметров исследования. Экстремальный эксперимент. Экспериментально ? статистическая оптимизация объектов исследования классическим методом, методом крутого восхождения, методом симплекс ? планирования и методом сечений.

Тема 4. Экспериментально-статистическое исследование связей.

Проверка однородностей выборок и дисперсий. Критерии Фишера и Кохрена. Сравнение выборочных средних. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции и диаграмма рассеивания. Регрессионный анализ. Формы представления результатов исследования. Этапы выявления аналитической формы зависимости. Метод наименьших квадратов. Преобразование нелинейных уравнений к линейному виду. Статистический анализ коэффициентов регрессии. Общие сведения об измерениях. Термины в области измерений. Классификация средств измерений. Основы теории погрешностей измерений. Систематические погрешности, их обнаружение и исключение. Компенсация систематической погрешности в процессе измерений. Случайная погрешность. Прямые и косвенные измерения. Погрешность шкальных приборов.

Тема 5. Методы и средства экспериментальных исследований.

Уровни методов (эмпирический, экспериментальный, теоретический, метатеоретический). Общенаучные методы познания. Методология исследований. Методы и приемы исследований: сравнение, абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, обобщение, аналогия, гипотеза. Методология и классификация экспериментальных исследований. Методы физических измерений. Средства измерений и их классификация. Метрологические характеристики средств измерений. Анализ экспериментальных данных.

Тема 6. Планирование и обработка эксперимента.

Методы математико-статистического планирования и обработки результатов эксперимента. Элементы математической статистики. Генеральной совокупности. Выборка генеральной совокупности. случайная величина. Доверительной вероятности. Уровень значимости. Уровень надежности. Критерий Стьюдента . Методы корреляционного и регрессионного анализа. Математические методы оптимизации эксперимента.

Тема 7. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования.

Исходные положения.

Длительность нагрева и плавления термически тонких тел. Время нагрева термически тонких тел. Время нагрева тел простой формы. Расчет плавления (сублимации) термически тонких тел простой формы. Нагрев и плавление термически тонкого тела простой формы в ванне с перегретым расплавом. Время термообработки с учетом фазовых превращений, реакций и массообмена тела со средой.

Нагрев термически массивных тел. Краевые условия нагрева тел простой формы. Время нагрева и температурное поле тел простой формы при граничном условии первого рода. Температурное поле тела при граничном условии второго рода. Температурное поле тела при граничных условиях третьего рода. Нагрев параллелепипеда и цилиндра конечной длины. Нагрев тел сложной формы. Несимметричный и местный нагрев. Одномерные температурные поля в полуограниченных массивах.

Тема 8. Контрольно-измерительные приборы.

Структура уравнений материальных балансов. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов.

Расчеты материальных

балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов

Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса.

Задача материального расчета равновесных процессов. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса.

Состав сухого топлива. Влажесодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения.

Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров.

Тема 9. Проверка и калибровка приборов.

Виды тепловых балансов: баланс теплотехнологического реактора (ТР); баланс отдельных зон ТР; баланс теплотехнических элементов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ); тепловые и энергетические балансы ВТУ в целом. Тепловой баланс теплотехнологического реактора (ТР). Уравнение теплового баланса ТР, как аналитическое выражение закона сохранения энергии. Структура теплового баланса ТР.

Зональные тепловые балансы теплотехнологического реактора. Зависимость тепловых балансов от структурной схемы ТР. Уравнения тепловых балансов зон основной технологической обработки, технологической дообработки и технологически регламентируемого охлаждения. Тепловые балансы по периодам технологического процесса как разновидность зональных тепловых балансов, их применение таких зональных балансов и единицы измерения величин, входящих в уравнения балансов. Стационарное и нестационарное тепловое состояния теплотехнологического реактора.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-10	2. Элементы теории вероятностей и математической статистики.
2	Письменная работа	ПК-10	3. Моделирование.
3	Устный опрос	ПК-8	4. Экспериментально-статистическое исследование связей.
	Зачет	ПК-10, ПК-4, ПК-8	
Семестр 7			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-4	5. Методы и средства экспериментальных исследований.
2	Письменная работа	ПК-10	6. Планирование и обработка эксперимента.
3	Устный опрос	ПК-8	7. Методы экспериментально-статистической оптимизации объектов исследования.
	Экзамен	ПК-10, ПК-4, ПК-8	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 6					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 3
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
Семестр 7					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 2

1. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ). Основные элементы ВТУ и существующие связи между ними.

2. Продукты теплотехнологического процесса в наиболее общем случае (целевой и побочные продукты технологического процесса, технологические отходы, продукты топочного процесса).

3. Устройства дополнительного теплоиспользования ВТУ.

4. Элементы конструктивной схемы теплотехнологического реактора. Разновидности сводов теплотехнологических реакторов.
5. Огнеупорные материалы и изделия в высокотемпературных теплотехнологических установках. Обмуровка. Монолитные обмуровки. Огнеупорные футеровки. Гарниссажные обмуровки и гарниссажные обмуровки с огнеупорной набивкой
6. Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу.
7. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по отраслевой принадлежности.
8. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по содержанию технологических процессов.
9. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по принципу работы.
10. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по источнику теплоты.

2. Письменная работа

Тема 3

1. Теплотехнология. Понятие.
2. Теплотехнологический процесс. Понятие.
3. Степень (стадия) теплотехнического процесса. Одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые, многоступенчатые теплотехнологические процессы. Понятие.
4. Теплотехнологическая схема производства. Понятие. Пример: Теплотехнологическая схема производства меди.
5. Схема теплотехнологического процесса. Понятие.
6. Теплотехнологический реактор (аппарат, рабочее пространство теплотехнологической установки). Понятие.
7. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки. Понятие.
8. Теплотехнологическая установка. Понятие. Теплотехнологическая установка с элементами внешнего теплоиспользования (теплоэнергоиспользования).
9. Теплотехнологическая система. Понятие.
10. Теплотехнологический комплекс. Понятие.

11. Комбинированная система (установка. Понятие.

12. Тепловая схема теплотехнологической установки. Понятие.

13. Теплотехнический принцип (способ) реализации технологического процесса. Понятие.

14. Теплотехническая схема. Понятие.

3. Устный опрос

Тема 4

1. Структура уравнений материальных балансов.

2. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе.

3. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов.

4. Расчеты материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов.

5. Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса.

6. Математическая формулировка задачи материального расчета идеального процесса.

7. Математическая формулировка задачи материального расчета неравновесного процесса.

8. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса. Задача материального расчета равновесных процессов.

9. Состав сухого топлива. Влагосодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения.

10. Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие исследовательской работы.

2. Основные этапы исследовательской работы.

3. Что такое наблюдение, эксперимент.

4. Понятие планирование эксперимента, статистической обработки эксперимента, моделирования и подобию.

5. Задачи теоретического исследования

6. Понятие лабораторного и стендового эксперимента.

7. Понятие объекта исследования, его свойства.

8. Виды априорной информации.

9. Понятие модели черного ?ящика?.

10. Понятие фактора, предъявляемые к ним требования.

11. Дайте определение понятия ?испытание?.

12. Назовите основные характеристики процесса испытания.
13. Приведите классификацию воздействующих факторов.
14. Поясните сущность понятий ?точность? и ?воспроизводимость? результатов испытаний.
15. Понятие математической модели.
16. Способы получения математических моделей.
17. Понятие физической модели.
18. Понятие критерия подобия.
19. Понятие подобия.
20. Классификация моделей.
21. Назовите известные вам теоремы подобия.
22. Основные направления верификации модели.
23. Методы системного анализа, их характеристика.
24. Понятие дисперсии, среднеквадратичного отклонения.
25. Понятие доверительного интервала, критерия Стьюдента.
26. Понятие выборки.
27. Нормальный закон распределения величин.
28. Законы распределения случайных величин, геометрическая интерпретация.
29. Назовите основные статистические гипотезы и способы их оценки.
30. Классификация экспериментов.
31. Основные этапы разработки плана эксперимента.
32. Порядок планирования факторного эксперимента.
33. Матрица планирования ПФЭ.
34. Дробный факторный эксперимент.
35. Определяющий контраст.
36. Уровень фактора.
37. Кодирование факторов.
38. Назовите известные вам методы оптимизации, охарактеризуйте их.
39. Понятие оптимизации параметров исследования.
40. Экстремальный эксперимент.
41. Метод крутого восхождения.
42. Классический метод.
43. Метод симплекс планирования.
44. Порядок получение и анализа параметров линейной зависимости на основе выборки значений.
45. Критерии Фишера и Кохрена.
46. Диаграмма рассеивания.
47. Понятие и свойства коэффициента корреляции.
48. Способы преобразования нелинейных зависимостей к линейному виду.
49. Понятие регрессионного анализа.
50. Понятие дисперсионного анализа.
51. Сущность метода наименьших квадратов.
52. Понятие адекватности регрессии.
53. Понятие шкалы Дарбина-Ватсона.
54. Приведите классификацию измерений по областям измерений.
55. Назовите основные характеристики процесса измерения.
56. Приведите примеры измеряемых механических величин.
57. Приведите принципы действия нескольких СИ механических величин, нарисуйте структурную схему (по выбору).
58. Приведите примеры измеряемых тепловых величин.
59. Приведите принципы действия нескольких СИ тепловых величин, нарисуйте структурную схему (по выбору).
60. Особенности испытательной техники для исследования процессов теплообмена.
61. Основные параметры, фиксируемые в исследованиях процессов теплообмена, средства их измерений.
62. Понятие систематической и случайной погрешности.
63. Погрешность шкальных приборов.
64. Способы компенсации систематических погрешностей.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 5

1. Плавильный теплотехнологический процесс (понятие).

2. Процесс переплава(понятие).
3. Пирометаллургические плавильные процессы. Классификация плавильных процессов по разным признакам. Восстановительные плавильные процессы. Окислительные плавильные процессы
4. Технологические основы доменного процесса. Схема плавильной установки с доменной печью. Отличие процессов в шахтной обжиговой печи и в доменной печи.
5. Воздухонагреватель доменной печи. Конструкция.
6. Доменная печь. Конструкция. Объем доменной печи и профиль его рабочего пространства. Удельная (объемная) производительность печи. Коэффициент использования полезного объема (КИПО).
7. Технологические основы производства стали.
8. Схемы, конструкции элементов и показатели работы сталеплавильных установок. Мартеновские печи.
9. Двухванная сталеплавильная печь.
10. Кислородно-конвертерная установка для производства стали. Производительность конвертера.

2. Письменная работа

Тема 6

1. Общие положения.
2. Стадии теплообмена в высокотемпературных теплотехнологических установках.
3. Влияние теплоты химических реакций на баланс тепла.
4. Математическое описание процессов внешнего теплообмена
5. Схемы муфельных печей.
6. Теплообмен
7. Внешний лучистый теплообмен.
8. Конвективный и смешанный теплообмен.
9. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов.
10. Закон Стефана-Больцмана

3. Устный опрос

Тема 7

1. Назначение, основные виды и классификация процессов термохимической переработки топлив.

2. Общая принципиальная схема процессов термохимической переработки топлив.
3. Пирогенетическое разложение топлив. Полукоксование и коксование твердых топлив. Конструктивные схемы промышленных аппаратов для полукоксования твердого топлива.
4. Пирогенетическое разложение топлив. Бертинирование. Полукоксование. Коксование. Принципиальные технологические схемы установок получения и тушения кокса. Тепловые схемы установок для получения кокса.
5. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Физические методы.
6. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Химические методы.
7. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Конструкции трубчатых печей. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
8. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Технологическая схема двухступенчатой прямой перегонки нефти.
9. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
10. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Термический крекинг. Технологическая схема термического крекинга мазута.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Принцип воспроизводимости и его следствие.
2. Обобщенная схема спектроскопического эксперимента.
3. Эксперимент и его классификация.
4. Основные экспериментальные методы.
5. Структура эксперимента.
6. Временное и спектральное представление физического сигнала.
7. Временные этапы физического эксперимента.
8. Критерии выбора базиса спектрального представления.
9. Аксиомы и структура измерения.
10. Понятие фактора, предъявляемые к ним требования.
11. Дайте определение понятия ?испытание?.
12. Назовите основные характеристики процесса испытания.
13. Приведите классификацию воздействующих факторов.
14. Поясните сущность понятий ?точность? и ?воспроизводимость? результатов испытаний.
15. Понятие математической модели.
16. Способы получения математических моделей.
17. Понятие физической модели.
18. Понятие критерия подобия.
19. Понятие подобия.
20. Классификация моделей.
21. Назовите известные вам теоремы подобия.
22. Основные направления верификации модели.
23. Методы системного анализа, их характеристика.
24. Понятие дисперсии, среднеквадратичного отклонения.
25. Понятие доверительного интервала, критерия Стьюдента.
26. Понятие выборки.

27. Нормальный закон распределения величин.
28. Законы распределения случайных величин, геометрическая интерпретация.
29. Назовите основные статистические гипотезы и способы их оценки.
30. Классификация экспериментов.
31. Основные этапы разработки плана эксперимента.
32. Порядок планирования факторного эксперимента.
33. Матрица планирования ПФЭ.
34. Дробный факторный эксперимент.
35. Определяющий контраст.
36. Уровень фактора.
37. Кодирование факторов.
38. Назовите известные вам методы оптимизации, охарактеризуйте их.
39. Понятие оптимизации параметров исследования.
40. Экстремальный эксперимент.
41. Метод крутого восхождения.
42. Классический метод.
43. Метод симплекс планирования.
44. Порядок получение и анализа параметров линейной зависимости на основе выборки значений.
45. Критерии Фишера и Кохрена.
46. Диаграмма рассеивания.
47. Понятие и свойства коэффициента корреляции.
48. Способы преобразования нелинейных зависимостей к линейному виду.
49. Понятие регрессионного анализа.
50. Понятие дисперсионного анализа.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
		3	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 7			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
		3	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС ZNANIUM.COM (НИЦ ИНФРА-М) - <http://znanium.com/>

ЭБС Издательства "Лань" - <http://e.lanbook.com/>

Электронный каталог КФУ - <https://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях, где находятся лабораторные установки. В первой половине пары студенты после изучения методического пособия по проведению лабораторных работ производят эксперименты на установках и составляют протокол измерений. Далее студенты оформляют отчет проведения лабораторной работы в состав которого входит: теоретическая часть, экспериментальная часть, расчетная часть и вывод. После выполнения данных действий студент защищает данную работу.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.
устный опрос	Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.
письменная работа	Суть письменной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу.
зачет	После последней лекция взять у преподавателя перечень вопросов к зачету и подготовится надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации
экзамен	После последних лекций взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовится надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом 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 - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки "Промышленная теплоэнергетика".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Основы физического эксперимента

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Основы инженерного эксперимента: Учебное пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 99 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-369-01301-4, 300 экз- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=431382>
2. Бутырин, П. А. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 [Электронный ресурс] / П. А. Бутырин, Т. А. Васьковская, В. В. Каратаев; Под. ред. П. А. Бутырина. - М.: ДМК Пресс, 2009. - 265 с.: ил. - ISBN 5-94074-274-2- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=409558>
3. Планирование научного эксперимента: Учебник/В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 176 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Магистратура) (Обложка) ISBN 978-5-369-01229-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/516516>
4. Планирование и организация эксперимента в легкой промышленности: учебное пособие - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 224 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011782-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=543099>

Дополнительная литература:

1. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока: Теория, эксперимент, методы расчета: Монография/Светлов Ю.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 304 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль) (О) ISBN 978-5-16-010607-6- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=496152>
2. Методы теории планирования эксперимента в решении технических задач: Монография / Чемодуров В.Т., Жигна В.В., Литвинова Э.В. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 110 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль) ISBN 978-5-16-106957-8 (online) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/982205>
3. Планирование научного эксперимента: Учебник/В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 176 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Магистратура) (Обложка) ISBN 978-5-369-01229-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=516516&spec=1>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Основы физического эксперимента

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.