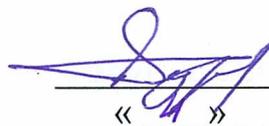


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический универси-  
тет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
«09» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.6.1 Сверхкритические флюидные технологии  
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий  
Квалификация (степень) выпускника бакалавр  
Форма обучения очная  
Институт, факультет ИХНМ, МФ  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ  
Курс, семестр 4 курс, 7 семестр

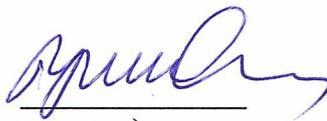
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	216	6

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для профиля «Энергетика теплотехнологий», на основании учебных планов набора обучающихся 2015-2018 годов

Разработчик программы:

Зав. каф. ТОТ, проф.  
(должность)

  
(подпись)

Ф.М.Гумеров  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «ТОТ», протокол от 28.08.2018 г. № 1.

Зав. кафедрой, профессор



Ф.М.Гумеров

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 03.09.2018 г. № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 03.09.2018 г. № 7

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» является

- а) Изучение новых основ создания перспективных энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов;
- б) Изучение теоретических основ сверхкритических флюидных технологий;
- в) Изучение примеров промышленной реализации сверхкритических флюидных технологий.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Сверхкритические флюидные технологии» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки «Энергетика теплотехнологий» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской; расчетно-проектной и проектно-конструкторской; производственно-технологической видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» по направлению подготовки «Энергетика теплотехнологий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а). Физика;
- б) Химия;
- в) Техническая термодинамика;
- г) Гидравлика;

Дисциплина «Сверхкритические флюидные технологии» не является предшествующей и не влияет на успешное усвоение последующих дисциплин.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

ПК-4 способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

ПК-10 готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

##### **1) Знать:**

а) понятия: суб- и сверхкритические флюиды; основы энергосберегающего и экологически безопасного характера процессов; виды процессов принципы выбора экстрагентов и растворителей; выбор режимных параметров осуществления процессов; типы циклов; возможности применения в различных отраслях промышленности.

б) природу критического состояния вещества;

в) свойств суб- и сверхкритических флюидов;

г) перечень процессов и циклов по которым они осуществляются на примере различных отраслей промышленности.

##### **2) Уметь:**

а) выбирать сверхкритический экстрагент или растворитель.

б) рассчитывать необходимые его термодинамические и переносные свойства.

в) сформулировать подходы к установлению режимных параметров осуществления процессов, включая проведение экспериментальных исследований растворимости веществ в суб- и сверхкритических флюидных растворителях.

3) Владеть: методами осуществления процессов: экстракционного, сушки, диспергирования и импрегнации с использованием СКФ-сред.

##### **3) Владеть:**

а) представлениями об основных процессах, использующих рабочие среды в сверхкритическом флюидном состоянии;

б) представлениями о ресурсо- и энергосберегающем характере этих процессов;

в) представлениями о возможных промышленных применениях сверхкритических флюидных технологий в различных отраслях промышленности.

**4. Структура и содержание дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии».**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	7	6	3	8	-	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
2	Теории критических явлений	7	4	2	8	20	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий	7	6	3	4	20	<i>Опрос по остаточным знаниям</i>
4	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители	7	8	4	8	20	<i>Контрольная работа</i>
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	7	8	4	8	-	<i>Решение задач, расчетная работа</i>
6	Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности	7	4	2	-	30	<i>Тестирование, реферат</i>
	Всего		36	18	36	90	<i>Экзамен</i>

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	6	<b>Тема 1.</b> Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях.	<p>Предмет курса.</p> <p>Энерго- и ресурсосбережение и экологическая безопасность технологических процессов. Новые физические основы создания энергосберегающих и экологически безопасных процессов.</p> <p>Природа критического состояния.</p> <p>Термодинамика критического состояния. Фазовые диаграммы. Критическая опалесценция и гравитационный эффект. Фазовые переходы I и II родов. Аналогия между критической точкой жидкости и другими типами фазовых переходов. Методы определения критических параметров однокомпонентных систем.</p>	ПК-4
2	Теории критических явлений	4	<b>Тема 2.</b> Теории критических явлений.	<p>Классические теории критических явлений.</p> <p>Классические теории критических явлений. Теория Ван-дер-Ваальса фазовых переходов «жидкость-газ». Парная корреляционная функция в теории Орнштейна-Цернике. Модели для фазовых переходов в жидкостях. Теория Ландау. Роль флуктуации и область применимости классической теории.</p> <p>Современные представления о природе критических явлений.</p> <p>Критические показатели и гипотеза однородности термодинамических величин. Гипотеза масштабной инвариантности. Универсальность критических показателей. Масштабное уравнение состояния. Динамический скейлинг. Критические показатели и критические амплитуды</p>	ПК-4

				по результатам экспериментальных исследований. Изохорная и изобарная теплоемкости. Кривая сосуществования и критическая изотерма. Изотермическая сжимаемость и корреляционная функция. Скорость звука. Температуропроводность и вязкость. Идеальная, избыточная, регулярная и сингулярная теплопроводности. Масштабная функция теплопроводности. Изоморфизм критических явлений. Критические явления в растворах.	
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий.	6	<b>Тема 3.</b> Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий.	Элементы теории, используемые в расчётах фазовых равновесий. Химический потенциал компонента раствора. Общие условия фазового равновесия. Зависимость химического потенциала компонента от давления. Зависимость химического потенциала (летучести) компонента от состава. Принцип соответственных состояний и его использование для нахождения химического потенциала компоненты смеси. Общие принципы решения задач фазовых равновесий жидкость - газ. Константы фазовых равновесий. Типы фазовых равновесий. Расчет критических параметров многокомпонентных систем.	ПК-4
4	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители.	8	<b>Тема 4.</b> Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты и растворители.	Свойства суб- и сверхкритических флюидных экстрагентов и растворителей. Теплофизические свойства веществ в сверхкритическом флюидном состоянии. Растворимость веществ в сверхкритических флюидах. Сопоставительный анализ свойств сверхкритических флюидных экстрагентов и жидких органических растворителей. Обоснование энергосберегающего характера сверхкритических флюидных технологий. Методы исследования и описания растворимости веществ в	ПК-4

				<p>сверхкритических флюидных растворителях.</p> <p>Экспериментальные методы исследования растворимости веществ в сверхкритических флюидных растворителях. Эмпирические методы описания растворимости. Теоретические методы описания растворимости. Силы межмолекулярного взаимодействия в разбавленных флюидных растворах. Повышение растворяющей способности сверхкритических флюидов путем добавления соразтворителей и модификаторов. Распределение веществ и синергетический эффект в системах жидкость – сверхкритический флюид. Работа, теплота и изменение объема в процессах растворения и выделения веществ.</p>	
5	<p>Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.</p>	8	<p><b>Тема 5.</b></p> <p>Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.</p>	<p>Суб- и сверхкритические экстракционные процессы.</p> <p>Выбор растворителя (экстрагента). Критерии подбора соразтворителей. Установление термодинамической области осуществления процесса экстрагирования. Суб- и сверхкритические экстракционные циклы: изотермический, изобарический, компрессорный, насосный. Эксергетический анализ суб- и сверхкритических экстракционных циклов. Пути технико-экономической оптимизации суб- и сверхкритических экстракционных циклов: использование тепловых насосов; сочетание с процессами адсорбции, мембранной сепарации, обратного осмоса, дистилляции и другими.</p> <p>Принципы иных флюидных процессов.</p> <p>Физические основы микронизации материалов посредством расширения сверхкритического раствора (RESS). Физические основы микронизации материалов по методу сверхкритическо-</p>	<p>ПК-4, ПК-10</p>

				<p>гоантирастворителя. Физические основы очистки и пропитки пористых структур с использованием сверхкритических флюидных растворителей. Сушка по сверхкритическому пути. Сверхкритические флюиды как среды для проведения химических реакций.</p> <p>Классификация промышленных установок и требования к их изготовлению.</p>	
6	<p>Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.</p>	4	<p><b>Тема 6.</b></p> <p>Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.</p>	<p>Суб- и сверхкритические флюидные технологии в пищевой, парфюмерной и фармацевтической отраслях промышленности.</p> <p>Декофенизация кофе и чая, денитотинизация табака; выделение эфирных масел; вкусовых и ароматических экстрактов растительного сырья, включая экстракты лекарственных растений. Очистка фармакопейных субстанций от остаточного растворителя и их микронизация.</p> <p>CO<sub>2</sub> – увеличение нефтеотдачи пластов.</p> <p>Первичный, вторичный и третичный методы нефтедобычи. Методы увеличения нефтеотдачи пластов в рамках третичной нефтедобычи. Физико-химическая природа CO<sub>2</sub> - увеличения нефтеотдачи пластов.</p> <p>Суб- и сверхкритические флюиды в процессах переработки углеводородного сырья.</p> <p>Ожижение угля; переработка нефтешламов; очистка тяжелых нефтяных фракций от асфальтенов и смол.</p> <p>Суб- и сверхкритические флюиды в химии и нефтехимии.</p> <p>Разделение смесей органических соединений. Концентрирование водных растворов спиртов. Регенерация адсорбентов, катализаторов, фильтров. Производство порошковых покрытий. Производство кремниевых аэро-</p>	ПК-10

				гелей. Выделение металлов из жидких и твердо-дисперсных сред. Суб- и сверхкритические флюиды в полимерной химии.	
--	--	--	--	---	--

**6. Содержание практических занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий.**

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы и критические явления в простых жидкостях	3	<b>Тема 1.</b> Расчет критических параметров диоксида углерода по методу Лидерсена. Определение критических индексов кривой сосуществования, критической изотермы, изотермической сжимаемости на основе экспериментальных данных, полученных при реализации опыта Эндрюса. Проверка соотношения Рашбрука.	Обращение к материалу 1-ой лекции. Объяснение сути метода групповых вкладов и расчет критических параметров ряда веществ. Расчет критических индексов на базе экспериментальных данных исследования Pv диаграммы диоксида углерода и соответствующих степенных зависимостей.	ПК-4
2	Теории критических явлений	2	<b>Тема 2</b> Расчет критических параметров веществ в рамках Теории Ван-дер Вальса. Расчет масштабной функции теплопроводности аргона на основе результатов экспериментального исследования теплопроводности	Обращение к материалу 2-ой лекции. Расчет критических параметров на основе соответствующих соотношений и значений индивидуальных параметров. Расчет масштабной функции теплопроводности для аргона.	ПК-4
3	Элементы теории, используемые в расчетах фазовых равновесий	3	<b>Тема 3</b> Установление значений параметров бинарного взаимодействия в системе «низколетучесоединение-сверхкритический диоксид углерода» на основе экспериментальных данных по растворимости и использования уравнения Пенга-Робинсона.	Обращение к материалу 3-ей и 4-ой лекций. Дополнительное привлечение критических параметров растворяемого и растворителя, а также экспериментальных данных по растворимости в заданном диапазоне температур и давлений. Использование соответствующего программного продукта.	ПК-4
4	Суб- и сверхкрити-	4	<b>Тема 4</b> Принципы расчета растворимости веществ в	Ознакомление со схемами реализации статического и динамического методов	ПК-4

	ческие флюидные экстрагенты и растворители.		СКФ-растворителях в рамках статического и динамического методов исследования. Принцип установления числа циклов импрегнации для импрегнирования определенного количества наполнителя.	исследования растворимости, с их достоинствами и недостатками и, прежде всего, в части точности получаемых результатов. Расчет числа необходимых циклов импрегнации по данным растворимости материала пропитки в сверхкритическом CO <sub>2</sub> .	
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий.	4	<b>Тема 5</b> Принцип установления термодинамической области состояния многокомпонентной системы с участием СКФ-среды для осуществления метода SAS.	Исследование растворимости диспергируемого материала в органическом растворителе. Исследование бинадали бинарной системы «органический растворитель-СК-CO <sub>2</sub> ». Исследование растворимости в бинарном растворителе.	ПК-4
6	Суб- и сверхкритические флюидные технологии по отраслям промышленности.	2	<b>Тема 6</b> Эксергетический метод анализа эффективности СКФЭ-циклов.	Ознакомление с принципом анализа на примере сверхкритического флюидного экстракционного цикла.	ПК-4, ПК-10
	<b>Итого</b>	18			

**7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом) 36 часов**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Фазовые переходы м критические явления в простых жидко-	8	Исследование P <sub>v</sub> диаграммы CO <sub>2</sub> для докритических, критической и сверхкритических	Построение P <sub>v</sub> диаграммы CO <sub>2</sub> для докритических, критической и сверхкритических изо-	ПК-4

	стях.		изотерм.	терм. Расчет критических индексов	
2	Теория критических явлений	8	Исследование растворимости антрацена в сверхкритическом CO <sub>2</sub> с использованием статического и динамического методов	Реализация обозначенных методов при t=40°C и P=15 МПа. Проверка равновесности концентрации антрацена в растворителе	ПК-4
3	Элементы теории, используемых в расчётах фазовых равновесий	4	Диспергирование полимерных материалов методом RESS	Получение микро- и наночастиц полимерного материала с использованием метода быстрого расширения сверхкритического раствора	ПК-10
4.	Суб- и сверхкритические флюидные экстрагенты в растворители	8	Диспергирование полимерных материалов методом SAS/SEDS	Исследование термодинамических свойств соответствующих систем. Диспергирование материала	ПК-10
5	Принципы суб- и сверхкритических флюидных технологий	8	Получение биодизельного топлива посредством осуществления реакции переэтерификации в СКФ условиях	Осуществление реакции с использованием реакторов периодического или проточного типов. Анализ состава продукта реакции	ПК-10

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
---	------	-----------	-------------------------

Физические эффекты в окрестности термодинамической критической точки и их природа; Особенности реализации методов исследования свойств веществ в окрестности критической точки; Способы представления поведения свойств вещества в окрестности критической точки.	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;	ПК-4, ПК-10
Процессы СКФ экстракции, СКФ импрегнации, RESS, SAS/SEDS, SCWO.	20	Составление материальных тепловых, эксергетических балансов по данным полученным на лабораторных и практических занятиях.	ПК-4, ПК-10
Растворимость веществ в сверхкритических флюидных растворителях; Кроссоверное поведение изотерм растворимости в сверхкритической флюидной области состояния.	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, составления отчёта по практическим занятиям.	ПК-4, ПК-10
Достоинства использования сверхкритических флюидных растворителей и экстрагентов в технологических процессах различных отраслей промышленности. Экономика сверхкритических флюидных технологий.	30	Подготовка реферата и презентации по предложенной теме.	ПК-4, ПК-10

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается решение задач, выполнение ряда практических работ с отчётом и составление реферата с презентацией. За эти работы студент может получить максимальное количество баллов – 60. В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Вид задания	Минимально баллов	Максимально баллов
Опрос по остаточным знаниям	17	20
Тестирование	6	8
Контрольная работа	6	8
Расчётная работа	7	10
Реферат	0	8
Поощрительные баллы	0	6
Экзамен	24	40
Итого	60	100

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Сверхкритические флюидные технологии»

### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М. Термодинамические основы сверхкритических флюидных технологий. Изд. КНИТУ, Казань, 2009, 359 С	141 экз.
2. Газизов Р.А., Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М. и др. Практикум по основам СКФ-технологий. Изд. КНИТУ, Казань, 2019, 392 С.	39 экз.
3. Амирханов Д.Г. Основы технической термодинамики. Учебное пособие. – Издательство КГТУ. 2006.-148 с.	228 экз.
4. Павлова И.Б. Методы термодинамического анализа эффективности тепловых установок. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011 г. 112 с.	ЭБС «Консультант студента»: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0344.html">http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0344.html</a> . Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Кузнецова И.В. Критические явления и сверхкритические флюидные технологии. Под редакцией проф. Гумерова Ф.М. Казань. Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие». 2016, 116 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova-kriticheskiye-yavleniya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Kuznetsova-kriticheskiye-yavleniya.pdf</a> доступ с IP-адресов КНИТУ

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
6. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Амирханов Д.Г. Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG. DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany. 2016, 336 С.	3 экз. в УНИЦ
7. Галимова А.Т., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. Сверхкритическая флюидная экстракционная регенерация катализатора оксид алюминия активный. Казань. Изд. «Бриг». 2016. 168 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Galimova-sverkhkriticheskaya-fluidnaya.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/Galimova-sverkhkriticheskaya-fluidnaya.pdf</a> доступ с IP-адресов КНИТУ
8. Каюмов Р.А., Сагдеев А.А., Гумеров Ф.М. Утилизация молибденсодержащего отхода с использованием сверхкритических флюидных сред. Казань. Изд. «Бриг». 2016. 144 С.	В эл. библиотеке УНИЦ: <a href="http://ft.kstu.ru/ft/Kayumov-utilizatsi">http://ft.kstu.ru/ft/Kayumov-utilizatsi</a>

	ya_molibdensoderzhashchikh-otkhodov.pdf
9. Габитов Ф.Р., Гумеров Ф.М. Высокое давление: оборудование для современных технологий. М. Изд. «Университетская книга». 2016. 340 С.	201 экз. в УНИЦ
10. Чернышев А.К., Чернышев К.А. Диоксид углерода. Свойства, улавливание (получение), применение. М. Изд. «Галлея-принт». 2013, 903 С.	2 экз.
11. Амирханов Д.Г., Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Галимова А.Т. Растворимость веществ в сверхкритических флюидных средах. Казань. Изд. «Отечество». 2014. 264 С.	3 экз.
12. Гумеров Ф.М., Сагдеев А.А., Билалов Т.Р. и др. Катализаторы: регенерация с использованием сверхкритического флюидного CO <sub>2</sub> -экстракционного процесса. Казань. Изд. «Бриг». 2015. 264 С.	3 экз. в УНИЦ
13. Гумеров Ф.М., Усманов Р.А, Мазанов С.В. и др. Биодизельное топливо. Переэтерификация в сверхкритических флюидных условиях. Казань. Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие». 2017, 360 С.	3 экз. в УНИЦ
14. Мазанов С.В., Усманов Р.А., Гумеров Ф.М. Гетерогенный катализ при получении биодизельного топлива. Переэтерификация растительных масел в спиртовой среде в СБКФ и СКФ условиях. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Dudweiler Landstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany. 2017, 189 С.	3 экз.

### 1.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Сверхкритические флюидные технологии» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
3. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
6. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
7. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
8. Архив журнала «Энергосбережение» -Режим доступа [http://www.abok.ru/avok\\_press/archive.php?l](http://www.abok.ru/avok_press/archive.php?l)
9. «Энергосвет» портал по энергосбережению- Режим доступа <http://www.energosovet.ru/>
10. Портал- энерго -Режим доступа <http://portal-energo.ru/>

**Согласовано:**

Зав. Сектором комплектования



Володягина А.А.

### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

### ***13. Образовательные технологии***

Согласно учебному плану проведение занятий в интерактивной форме по дисциплине «Сверхкритические флюидные технологии» не предусмотрено. Возможно проведение лекционных занятий при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.