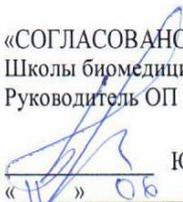




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

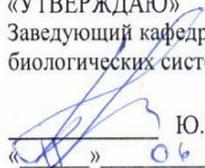
**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Школы биомедицины  
Руководитель ОП

  
Ю.В. Приходько  
« 06 » 2015 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой химии и инженерии  
биологических систем

  
Ю.В. Приходько  
« 06 » 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Хладо- и теплотехника

**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

профиль «Технология бродильных производств и виноделие»

**Форма подготовки очная**

Курс - 2 семестр - 3

лекции - 18 час.

практические занятия - не предусмотрены

лабораторные работы - 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. - 10 час, лаб.- 10 час.

в том числе в электронной форме лек./пр./лаб.-час.

всего часов аудиторной нагрузки - 54 час.

в том числе с использованием МАО - 20 час.

в том числе в электронной форме - час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 45 час.

курсовой проект не предусмотрен

зачет не предусмотрен

экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.03.2015 № 211

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и инженерии биологических систем, протокол № 10 от 11 июня 2015 г.

Заведующий кафедрой химии и инженерии  
биологических систем, д.т.н, проф. Ю.В. Приходько

Составитель (ли): к.т.н., старший преподаватель Семенюта А.А.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.В. Приходько  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.В. Приходько  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 19.03.02** Food from vegetable raw materials

**Study profile** Fermentation technology and winemaking

**Course title:** Refrigeration and heat engineering

**Basic part of Block 1, B 14, 4 credits**

**Instructor:** Semenyuta A.A.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- general knowledge of the principles of operation of thermal control devices;
- the study of the principles of energy saving and rational use of thermal energy resources;
- familiarization with the principles of operation of heat engines.

**Learning outcomes:**

**PC-2** - the ability to own progressive methods of selection and operation of technological equipment in the production of food from vegetable raw materials;

**PC-4** - the ability to apply specialized knowledge in the field of technology of production of food from vegetable raw materials for the development of specialized technological disciplines;

**PC-5** - the ability to use in practice specialized knowledge of the fundamental branches of physics, chemistry, biochemistry, and mathematics for mastering the physical, chemical, biochemical, biotechnological, microbiological, thermophysical processes occurring in the production of food from vegetable raw materials;

**Course description:** Basic concepts of technical thermodynamics. Thermodynamic processes and cycles. Water vapor, water vapor diagram. Humid air, basic concepts and definitions, a diagram of moist air. Basics of heat transfer (thermal conductivity, convective heat transfer, thermal radiation). Heat exchangers.

**Main course literature:**

1. Erofeev, V.L. Teplotekhnika. Tom 1. Termodinamika i teoriya teploobmena [Thermal Engineering. Vol. 1. Thermodynamics and theory of heat transfer] / V.L Erofeev, A.S Pryakhin, P.D Semenov. - M.: Yurait , 2017. - 308 p. - Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:837000&theme=FEFU> (rus)
2. Shishulkin, S.Yu. Termodinamika [Thermodynamics] / S.Yu. Shishulkin. - Ulan-Ude, Buryat University Press, 2017. - 107 p. - Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:848381&theme=FEFU> (rus)
3. Korobko, V.I., Bryukhanov, O.N. Osnovy gidravliki i teplotekhniki [Basics of Hydraulics and Heat Engineering] / V.I. Korobko, O.N. Bryukhanov. - M.: Academy, 2014. - 240 p. - Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:791614&theme=FEFU> (rus)
4. Shatrov, M.G., Ivanov, I.E. Teplotekhnika [Thermal Engineering] / M.G. Shatrov, I.E. Ivanov. - M.: Academy, 2013. - 288 p. - Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694325&theme=FEFU>
5. Zamaleev, Z.Kh. Osnovy gidravliki i teplotekhniki [Basics of hydraulics and heat engineering] / Z.Kh. Zamaleev, V.N. Posokhin, V.M. Chefanov. - St. Petersburg: Lan, 2014. - 352 p. - Access: <https://e.lanbook.com/book/39146>
6. Plakunov, V. K. Osnovy dinamicheskoy biokhimii [Fundamentals of dynamic biochemistry] / V. K. Plakunov, Yu. A. Nikolaev. - M.: Logos, 2010. - 216 p. - Access: <http://znanium.com/bookread2.php?book=469367>
7. Kruglov, G.A. Teplotekhnika [Heat engineering] / G.A. Kruglov, R.I. Bulgakova, E.S. Kruglov. - St. Petersburg: Lan, 2012. - 208 p. - Access: <https://e.lanbook.com/book/3900> (rus)

**Form of final knowledge control:** exam

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины**

### **«Хладо- и теплотехника»**

Дисциплина «Хладо- и теплотехника» разработана для студентов 2 курса, обучающихся по направлению 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, профили подготовки «Технология бродильных производств и виноделие». Дисциплина входит в блок Б1.Б.14 и относится к обязательным дисциплинам ее базовой части.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 час. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 час.), лабораторные работы (36 час.), самостоятельная работа студента (90 час.) Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина «Хладо- и теплотехника» связана с такими курсами как «Математика», «Физика», «Процессы и аппараты пищевых производств».

Содержание дисциплины «Хладо- и теплотехника» охватывает следующий круг вопросов:

Основные понятия технической термодинамики. Термодинамические процессы и циклы. Водяной пар, диаграмма водяного пара. Влажный воздух, основные понятия и определения, диаграмма влажного воздуха. Основы теплопередачи (теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение). Теплообменные аппараты.

**Цель** курса «Хладо- и теплотехника» – дать студентам глубокие, прочные систематические знания по одному из разделов их подготовки о проблемах, связанных с закономерностями взаимного превращения тепловой и механической энергии, свойствах тел участвующих в этих превращениях, а также о теплообмене в технологических и природных процессах и о методах их решения.

#### **Задачи дисциплины:**

- формирование знаний о принципах действия приборов теплового

контроля;

– изучение принципов энергосбережения и рационального использования тепловых энергоресурсов;

– ознакомление с принципами действия тепловых машин.

Для успешного изучения дисциплины «Хладо- и теплотехника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

• ОК-4 Способность творчески воспринимать и использовать достижения науки, техники в профессиональной сфере в соответствии с потребностями регионального и мирового рынка труда.

• ОК-5 Способность использовать современные методы и технологии (в том числе информационные) в профессиональной деятельности.

• ПК-14 Готовностью использовать современные системы автоматизированного проектирования.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-2 – способность владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	Знает	основы процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	исходя из технических характеристик оборудования и технологических требований производства, оптимально подобрать перечень технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья
	Владеет	прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
ПК-4 – способность применить специализированные знания в области технологии производства продуктов питания из растительного сырья для освоения профильных технологических	Знает	Основные понятия и законы термодинамики, применяемые к частному случаю взаимного превращения теплоты и работы, а также основы теории тепло- и массообмена.
	Умеет	Применять законы к частным случаям взаимного превращения теплоты и работы.
	Владеет	Методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса.

дисциплин		
ПК-5 – способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Знает	методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности
	Владеет	методикой расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Хладо- и теплотехника» применяются следующие методы активного обучения: дискуссия (семинар-пресс-конференция, «мозговой штурм»), тестирование, проблемные лекции, имитационная игра.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе в форме активного обучения – 10 час.)**

### **Раздел I. Техническая термодинамика (10 час.)**

#### **Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики (2 час.)**

Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси,

определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов .

Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

### **Тема 2. Законы термодинамики (2 час.)**

Сущность первого и второго закона термодинамики. Их формулировка. Аналитическое выражение первого и второго закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия.  $PV$  и  $TS$  диаграммы. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Изменение энтропии в необратимых процессах. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы.

### **Тема 3. Термодинамические процессы (2 час.)**

Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политроп-ных процессов. Изображение в координатах  $PV$  и  $TS$ . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.

Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в  $PV$  и  $TS$  координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Уравнение Боголюбова - Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара,  $PV$ ,  $TS$ ,  $HS$ , диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и  $HS$  - диаграммы.

### **Тема 4. Влажный воздух (2 час.)**

Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха.  $h_d$  - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

### **Тема 5. Циклы холодильных установок (2 час.)**

Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной

установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожеткторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.

Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.

## **РАЗДЕЛ II. Теория теплообмена (8 час.)**

### **Тема 1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность (2 час.)**

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.

Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.

Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1, 2 и 3 рода. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров.

### **Тема 2. Конвективный теплообмен (2 час.)**

Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона -Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье - Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости (уравнение Фурье - Кирхгофа), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (уравнение Био - Фурье), уравнение закона сохранения, однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена.

Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл

основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.

Теплообмен при изменении агрегатного состояния, теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.

### **Тема 3. Теплообмен излучением. Теплопередача (2 час.)**

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

### **Тема 4. Основы расчета теплообменных аппаратов (2 час.)**

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Применение ЭВМ для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах.

Способы интенсификации теплообмена при однофазном течении газов и жидкости, при кипении и конденсации применительно к высокоэффективным теплообменным аппаратам. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов. Методы оценки эффективности интенсификации теплообмена и оптимизация теплообменных аппаратов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы**

**(36 час., в том числе в форме активного обучения – 10 час.)**

**Лабораторная работа № 1.** Определение показателя адиабаты воздуха (4 час.)

**Лабораторная работа № 2.** Уравнение состояния реальных газов (4 час.)

**Лабораторная работа № 3.** Определение средней массовой изобарной теплоемкости воздуха (4 час.)

**Лабораторная работа №4.** Изучение работы теплового насоса (4 час.)

**Лабораторная работа №5.** Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы (4 час.)

**Лабораторная работа № 6.** Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена (4 час.)

**Лабораторная работа №7.** Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена (4 час.)

**Лабораторная работа №8.** Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена (2 час.)

**Лабораторная работа №9.** Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании (4 час.)

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Хладо- и теплотехника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;  
характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;  
требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;  
критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Техническая термодинамика	ПК-2; ПК-4; ПК-5.	Знает основные понятия, определения и законы термодинамики; Классификацию холодильных установок; Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 1) ПР-6 (лабораторные работы № 1,2,3,4)	УО-1 Вопросы к экзамену 1-48
			Умеет анализировать и обобщать частные задачи в общие законы.		
			Владеет методами оптимизации решения теплотехнических и технологических задач.		
2	Теория теплообмена	ПК-2; ПК-4; ПК-5.	Знает основы теории тепло- и массообмена, механизмы передачи теплоты	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 2) ПР-6 (лабораторные работы № 5,6,7,8,9)	УО-1 Вопросы к экзамену 49-96
			Умеет применять законы к частным случаям взаимного превращения теплоты и работы.		
			Владеет методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов		

			теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса.		
--	--	--	--	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д., Теплотехника: учебник для бакалавриата и магистратуры по инженерно-техническим направлениям: [в 2 ч.] Том 1. Термодинамика и теория теплообмена, Москва, Юрайт, 2017. – 308 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:837000&theme=FEFU>

2. Шишулькин С.Ю., Термодинамика. Курс лекций: учебное пособие, Улан-Удэ, Издательство Бурятского Университета, 2017. – 107 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:848381&theme=FEFU>

3. Коробко В.И., Брюханов О.Н., Основы гидравлики и теплотехники: учебник для среднего профессионального образования, Москва, Академия, 2014. – 240 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:791614&theme=FEFU>

4. Шатров М.Г., Иванов И.Е., Теплотехника: учебник для вузов, Москва, Академия, 2013. – 288 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694325&theme=FEFU>

5. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. –

Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/39146>

6. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=469367>

7. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>

### Дополнительная литература

1. Орлов, М.Е. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: учебное пособие / Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 204с. <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2013/Orlov.pdf>

2. Савин, И.К. Теоретические основы теплотехники (Краткий курс): учебное пособие/ Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 172с. <http://elibrary.petrstu.ru/docs/savin/teplotehnika2/total.pdf>

3. Коновалов, В.И., Пахомов А.Н., Гатапова Н.Ц., Колиух А.Н. Методы решения задач теплопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде: учебное пособие / Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с. <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2005/gatapova.pdf>

4. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.А. Семенов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 384 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5107>

5. Беляев, В.С. Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий: учебное пособие для высшего профессионального образования / В. С. Беляев. – Москва: Изд-во Ассоциации

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретическая часть дисциплины «Хладо- и теплотехника» раскрывается на лекционных занятиях, так как лекция является основной формой обучения, где преподавателем даются основные понятия дисциплины.

Последовательность изложения материала на лекционных занятиях, направлена на формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала при самостоятельной работе.

Затраты времени на освоение теоретического курса зависят от того, как активно студент работал в аудитории, слушая лекции и изучая материал на лабораторных работах. Непонятные вопросы должны быть проработаны на консультациях. В случае пропуска занятий студенту потребуется сверхнормативное время на освоение пропущенного материала. Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал. Для закрепления материала курса необходимо проработать вопросы для самопроверки после каждого пройденного раздела дисциплины.

### **Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ**

Цель лабораторного практикума – закрепить теоретические положения изучаемой дисциплины, ознакомить с методикой постановки и проведения теплотехнического эксперимента.

Перед выполнением лабораторных работ студент должен по рекомендованной литературе изучить теоретический материал, относящийся к данным работам. Непосредственно перед выполнением каждой работы следует ознакомиться с опытной установкой, четко представить себе порядок

проведения опыта и методику обработки полученных данных, составить план выполнения работы.

К работе на лабораторных установках допускаются студенты, имеющие теоретическую подготовку, прошедшие инструктаж по технике безопасности и зарегистрированные в журнале инструктажа.

При выполнении лабораторных работ запрещается включать силовое оборудование без разрешения преподавателя или лаборанта.

В лаборатории студент выполняет экспериментальную часть работы и черновые (необходимые) расчеты, после чего протокол наблюдений и черновик расчетов представляет преподавателю. Расчеты необходимо выполнять в системе СИ.

Отчет о выполненной работе должен быть оформлен индивидуально каждым студентом и должен содержать название и цель работы, краткую методику постановки и проведения опыта, принципиальную схему установки, протокол экспериментальных и расчетных данных в виде таблицы, расчеты, графики и выводы.

#### **Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

Подготовка к экзамену осуществляется на основе лекционного материала, материала лабораторных занятий с обязательным обращением к основным учебникам курса. Это исключает ошибки в понимании материала, облегчает его осмысление, а также прокомментирует материал примерами и иллюстрациями, которые в лекциях не приводились. Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение и защита лабораторных работ, и наличие содержательного конспекта лекций.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение реализации дисциплины включает в себя аудитории для проведения лекций и практических занятий,

обеспеченные мультимедийным оборудованием и соответствующие санитарным и противоположным правилам и нормам.

Лаборатория термодинамики и тепломассообмена (Е559 б) оснащенная стендами для выполнения лабораторных работ.

Компьютерный класс (Е 559 а). Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty.

Для самостоятельной работы студентов могут использоваться следующие помещения: Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10). Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty. Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛЫ БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Хладо- и теплотехника»**

**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**

**профиль «Технология бродильных производств и виноделие»**

**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2016

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__	Подготовка к защите лабораторных работ	20	Экзамен
2	___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__ ___.__.20__	Подготовка к собеседованию	25	Экзамен

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой. Включает проработку теоретического курса, оценку собственных знаний при помощи вопросов для собеседования.

### Критерии оценки (письменный ответ)

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего материала по проверяемому разделу курса и конкретного вопроса. Студент демонстрирует свободное владение научным языком и терминологией соответствующего раздела дисциплины, знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой, убедительно излагает ответ.

✓ 85-76 - баллов - знание основного содержания проверяемого раздела курса, умение анализировать основные проблемы в рамках раздела дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания раздела лекционного курса; затруднения с использованием терминологии учебной дисциплины; неполное

знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о предмете курса в рамках учебно-программного материала; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Хладо- и теплотехника»**  
**Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья**  
**профиль «Технология бродильных производств и виноделие»**  
**Форма подготовки очная**

Владивосток  
2016

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2 – способность владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	Знает	основы процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	исходя из технических характеристик оборудования и технологических требований производства, оптимально подобрать перечень технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья
	Владеет	прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
ПК-4 – способность применить специализированные знания в области технологии производства продуктов питания из растительного сырья для освоения профильных технологических дисциплин	Знает	Основные понятия и законы термодинамики, применяемые к частному случаю взаимного превращения теплоты и работы, а также основы теории тепло- и массообмена.
	Умеет	Применять законы к частным случаям взаимного превращения теплоты и работы.
	Владеет	Методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса.
ПК-5 – способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	Знает	методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья
	Умеет	обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности
	Владеет	методикой расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Техническая термодинамика	ПК-2; ПК-4; ПК-5.	Знает основные понятия, определения и законы термодинамики; Классификацию холодильных установок; Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 1) ПР-6 (лабораторные работы № 1,2,3,4)	УО-1 Вопросы к экзамену 1-48
			Умеет анализировать и обобщать частные задачи в общие законы.		
			Владеет методами оптимизации решения теплотехнических и технологических задач.		
2	Теория теплообмена	ПК-2; ПК-4; ПК-5.	Знает основы теории тепло- и массообмена, механизмы передачи теплоты	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 2)  ПР-6 (лабораторные работы № 5,6,7,8,9)	УО-1 Вопросы к экзамену 49-96
			Умеет применять законы к частным случаям взаимного превращения теплоты и работы.		
			Владеет методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса.		

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	
ПК-2 – способность владеть прогрессивными	знает (пороговый уровень)	основы процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов	знает основы процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов	способность самостоятельно применять основы процессов тепло- и массопереноса в

методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья		питания из растительного сырья	питания из растительного сырья	производстве продуктов питания из растительного сырья
	умеет (продвинутый)	исходя из технических характеристик оборудования и технологических требований производства, оптимально подобрать перечень технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья	умеет оптимально подобрать перечень технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья	способность обосновывать выбор технологического оборудования для производства продуктов питания из растительного сырья
	владеет (высокий)	прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	владеет прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	способность быстро и точно применять прогрессивные методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
ПК-4 – способность применить специализированные знания в области технологии производства продуктов питания из растительного сырья для освоения профильных технологических	знает (пороговый уровень)	Основные понятия и законы термодинамики, применяемые к частному случаю взаимного превращения теплоты и работы, а также основы теории тепло- и массообмена.	знание основных понятий и законов термодинамики, применяемые к частному случаю взаимного превращения теплоты и работы, а также основы теории тепло- и массообмена	способность охарактеризовать основные понятия и законы термодинамики, применяемые к частному случаю взаимного превращения теплоты и работы, а также основы теории тепло- и массообмена
	умеет (продвинутый)	Применять законы к частным случаям взаимного превращения теплоты и работы.	умение применять законы к частным случаям взаимного превращения	способность применять законы к частным случаям взаимного превращения

дисциплин			теплоты и работы	теплоты и работы
	владеет (высокий)	Методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса.	владение методами расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса	способность использовать методы расчета технологических процессов и аппаратов с использованием законов теплопроводности, конвективного теплообмена, массопереноса
ПК-5 – способность использовать в практической деятельности специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, биохимии, математики для освоения физических, химических, биохимических, биотехнологических, микробиологических, теплофизических процессов, происходящих при производстве продуктов питания из растительного сырья	знает (пороговый уровень)	Методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья	знает основные методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья	способность решать задачи при моделировании процессов тепло- и массопереноса в производстве продуктов питания из растительного сырья
	умеет (продвинутый)	обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности	умеет обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности	способность обосновывать обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности
	владеет (высокий)	методикой расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.	владеет методикой расчета моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.	способность производить расчет моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к экзамену.

### Вопросы к экзамену

1. Термодинамическое рабочее тело.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
3. Вычисление энтропии.
4. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (давление).
5. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .
6. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (температура).
7. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (удельный объем)
8. Энтальпия- функция состояния.
9. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная
10. Изохорный процесс.
11. Изобарный процесс.
12. Изотермический процесс.
13. Адиабатный процесс.
14. Политропный процесс.
15. Смеси газов, заданные объемным составом.
16. Вычисление теплоемкости в политропном процессе.
17. Круговые процессы или циклы.
18. Реальные газы.
19. Прямой цикл.
20. Истинная или мгновенная теплоемкость. Изменение теплоемкости от 0 до бесконечности.
21. Теплоемкость в изохорных и изобарных процессах.
22. Определение энтропии в изохорном процессе.
23. Вычисление теплоемкости.
24. Определение энтропии в изобарном процессе.
25. Вычисление теплоты.
26. Определение энтропии в изотермическом процессе.
27. Вычисление теплоты и теплоемкости для смеси газов.

28. Свойства влажного воздуха.
29. Работа.
30. Определение энтальпии влажного воздуха
31. Внутренняя энергия.
32. Энтропия – функция состояния.
33. Вычисление внутренней энергии.
34. Изменение тепловлажностного состояния влажного воздуха.
35. Процесс нагрева и охлаждения воздуха в I-d диаграмме.
36. Прямой цикл Карно и его анализ.
37. Обратный цикл Карно и его анализ.
38. Формулировки и содержание второго начала термодинамики.
39. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.
40. Вычисление энтропии идеального газа.
41. Понятие об обратимых и необратимых процессах.
42. Первое и второе начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
43. Энтропия замкнутой термодинамической системы.
44. Статистическое выражение второго начала.
45. Границы применимости первого и второго начала термодинамики.
46. Диаграмма T-S и ее свойства.
47. Процессы в координатах T-S.
48. Цикл Карно в координатах T-S.
49. Какова физическая сущность передачи теплоты при теплопроводности?
50. С помощью чего осуществляется теплообмен при конвекции?
51. С помощью чего осуществляется лучистый теплообмен?
52. Что такое температурное поле?
53. Что такое температурный градиент?
54. Как записывается уравнение Фурье?
55. Что такое тепловой поток и плотность теплового потока?
56. Как определяется температурный напор?
57. Что такое коэффициент теплопроводности, в каких единицах он измеряется?
58. Что такое условия однозначности, как они подразделяются?
59. По какому закону изменяется температура в однослойной плоской стенке?
60. От каких величин зависит тепловой поток, передаваемый теплопроводностью через однослойную плоскую стенку?
61. Объясните понятие «термическое сопротивление стенки».

62. От каких величин зависит теплопроводность однослойной цилиндрической стенки?
63. Что такое сложный теплообмен?
64. Что называется теплопередачей? Приведите примеры теплопередачи.
65. Выведите основное уравнение теплопередачи для однослойной плоской стенки.
66. Что называется коэффициентом теплопередачи?
67. Что называется полным термическим сопротивлением, и из каких величин оно складывается?
68. Передача теплоты через многослойную плоскую стенку и коэффициент теплопередачи для нее.
69. Передача теплоты через однослойную цилиндрическую стенку: вывод уравнения.
70. Тепловой поток и коэффициент теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку.
71. Что называется критическим диаметром изоляции, и как он определяется?
72. Какие требуются условия, чтобы изоляция уменьшала потери теплоты?
73. Какое существует общее правило для интенсификации теплопередачи?
74. Объясните общие закономерности нестационарных процессов.
75. Что называется конвективным теплообменом?
76. Что такое теплоноситель? Какие теплоносители используются в технике для процессов теплообмена?
77. Какие физические свойства теплоносителей влияют на теплообмен?
78. Что называют теплоотдачей?
79. Каков физический смысл и единицы измерения коэффициента теплоотдачи?
80. Запишите уравнение Ньютона-Рихмана и объясните все входящие в него величины.
81. Что такое теория подобия и для чего она предназначена?
82. Как с помощью критериального уравнения конвективного теплообмена определить коэффициент теплоотдачи?
83. Каковы основные особенности лучистого теплообмена?
84. Какие тела называются абсолютно черным, абсолютно белым и абсолютно прозрачным?
85. Как определяется поверхностная плотность потока интегрального излучения?

чения?

86. В чем сущность законов Планка и Вина?
87. Каково практическое применение закона Вина?
88. В чем сущность закона Стефана – Больцмана?
89. В чем сущность закона Кирхгофа?
90. Закон Ламберта. Для каких тел он применим?
91. Что такое массообмен? В каких технологических процессах и установках он встречается (привести примеры)?
92. Что такое диффузия? Какие виды диффузии Вам известны?
93. Чем обусловлены процессы термо- и бародиффузии?
94. Какие устройства называются теплообменными аппаратами?
95. Как классифицируются теплообменные аппараты?
96. По каким схемам осуществляется движение теплоносителей в теплообменных аппаратах.

#### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы, необходимые для оценки итогового теста	Оценка зачета	Требования к оформленным компетенциям в устном ответе студента
100-86	«отлично»	«Отлично» выставляется студенту, у которого сформированы знания по основному технологическому оборудованию, его классификации, процессам, происходящим на изучаемом оборудовании. Умеет успешно проводить подбор технологического оборудования для обеспечения процессов организации и ведения технологического процесса.
85-76	«хорошо»	«Хорошо» выставляется студенту, у которого сформированы знания учебно-программного материала, успешно выполняющий, предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности
75-61	«удовлетворительно»	«Удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и

		<p>предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, но имеющим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>
60-0	«неудовлетворительно»	<p>Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы и не может продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>