

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  В.А. Небольсин
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Получение жидкого водорода»

Направление подготовки 14.03.01 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И
ТЕПЛОФИЗИКА

Профиль Техника и физика низких температур

Квалификация выпускника бакалавр

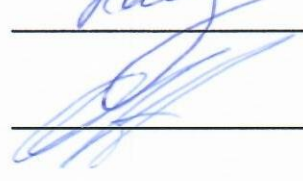
Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы  /Шушлебин И.М./

Заведующий кафедрой
Физики твердого тела  /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП  /Калядин О.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

приобретение студентами теоретических знаний и представлений о методах и способах получения жидкого водорода, особенностях его промышленного использования, а также получение навыков расчета и проектирования водородных ожижителей

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение свойств газообразного и жидкого водорода;
- изучение основных циклов для ожижения нормального водорода;
- изучение схем получения жидкого параводорода;
- освоение студентами методов расчета, оптимизации, проектирования и конструирования ожижителей водорода в целом, а также основного оборудования, входящего в их состав

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Получение жидкого водорода» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Получение жидкого водорода» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии

ПКВ-3 - готовностью выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области низкотемпературной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам

ПКВ-6 - способностью использовать полученные специализированные знания для проектирования, создания и эксплуатации разнообразных установок низкотемпературной техники

ПКВ-7 - готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав ожижителей водорода

	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов ожижителей водорода с учетом сформулированных к ним требований
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов ожижителей водорода
ПКВ-3	Знать достижения техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей в области получения жидкого водорода
	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях
	Владеть навыками выполнения расчетно-экспериментальных работ и решения научно-технических задач в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях
ПКВ-6	Знать термодинамические принципы работы, принципиальные и технологические схемы, конструкции установок ожижения водорода
	Уметь использовать знания термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации
	Владеть навыками использования знаний термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации
ПКВ-7	Знать физико-математический аппарат технической термодинамики

	Уметь использовать для решения задач связанных с получением жидкого водорода и возникающих в ходе профессиональной деятельности физико-математический аппарат термодинамики
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата технической термодинамики для решения задач возникающих в ходе профессиональной деятельности и связанных с получением жидкого водорода.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Получение жидкого водорода» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Самостоятельная работа	72	18	54
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	54	126
зач.ед.	5	1.5	3.5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Свойства водорода. Современные способы производства газообразного водорода.	Изотопы водорода. Орто- и параводород. Естественная и искусственная конверсия. Теплофизические и термодинамические свойства нормального водорода. Диффузия водорода в металлы и адсорбция его на металлических поверхностях. Химические свойства водорода. Получение водорода методом каталитической конверсии. Получение водорода методом частичного окисления. Получение водорода методом электролиза.	4	4	8	16
2	Циклы ожижения водорода	Ожижение водорода методом дросселирования. Принципиальная схема установки и цикл в T-S диаграмме. Тепловой и материальный балансы цикла, оценка потерь и	10	10	20	40

		определение доли получающейся жидкости. Получение жидкого параводорода. Схемы включения реактора в ожижитель. Определение необходимого объема катализатора. Ожижение водорода с использованием других циклов. Ожижение водорода в цикле двух давлений. Цикл ожижения водорода с расширением его в детандере (цикл Клода). Гелиево-водородный конденсационный цикл. Сравнение циклов ожижения водорода по энергоэффективности.				
3	Водородные ожижители	Малые и средние установки ожижения водорода. Ожижитель ВОС-3, схема, принцип действия. Схема установки для получения жидкого параводорода. Ожижитель ВО-2 для обслуживания больших жидководородных пузырьковых камер. Ожижитель НБС. Завод для производства жидкого водорода в больших количествах.	8	8	16	32
4	Конструкционные материалы и тепловая изоляция водородных систем	Металлические и неметаллические материалы, используемые при изготовлении водородных установок. Требования к ним. Основные свойства. Высоковакуумная теплоизоляция. Вакуумно-порошковая изоляция. Вакуумно-порошковая изоляция с экранированием излучения. Вакуумно-многослойная изоляция. Сравнительная характеристика вакуумной изоляции.	4	4	8	16
5	Хранение и транспортировка жидкого водорода	Резервуары для жидкого водорода. Основные элементы резервуара и их устройство. Устройство внутреннего сосуда. Конструкция внешней оболочки. Конструкция системы подвеса. Трубопроводы резервуара. Системы опорожнения резервуара. Средства безопасности резервуара. Стационарные резервуары. Транспортные резервуары. Сосуды Дьюара. Основы конструирования резервуаров. Расчет на прочность и на устойчивость внутренних сосудов и внешних оболочек. Расчет на прочность цилиндрических оболочек и днищ. Расчет систем подвеса. Расчет проходного сечения предохранительного клапана и разрывной мембраны.	6	6	12	24
6	Техника безопасности при производстве, транспортировке и хранении жидкого водорода	Общие сведения. Физиологическое действие жидкого водорода. Взрыво- и пожароопасность водорода. Опасность электростатических явлений при производстве и применении жидкого водорода. Требования к конструированию оборудования и размещению его на местности.	4	4	8	16
Итого			36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав ожижителей водорода	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов ожижителей водорода с учетом сформулированных к ним требований	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов ожижителей водорода	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-3	Знать достижения техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей в области получения жидкого водорода	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выполнения расчетно-экспериментальных работ и решения научно-технических задач в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-6	Знать термодинамические принципы работы, принципиальные и технологические схемы, конструкции установок ожижения водорода	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь использовать знания термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования знаний термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПКВ-7	Знать физико-математический аппарат технической термодинамики	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать для решения задач связанных с получением жидкого водорода и возникающих в ходе профессиональной деятельности физико-математический аппарат термодинамики	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата технической термодинамики для решения задач возникающих в ходе профессиональной деятельности и связанных с получением жидкого водорода.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4, 5 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав ожижителей водорода	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов ожижителей водорода с учетом сформулированных к ним требований	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов ожижителей водорода	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
ПКВ-3	Знать достижения техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей в области получения жидкого водорода	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов

	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Владеть навыками выполнения расчетно-экспериментальных работ и решения научно-технических задач в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
ПКВ-6	Знать термодинамические принципы работы, принципиальные и технологические схемы, конструкции установок ожижения водорода	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Уметь использовать знания термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Владеть навыками использования знаний термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
ПКВ-7	Знать физико-математический аппарат технической термодинамики	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Уметь использовать для решения задач связанных с получением жидкого водорода и возникающих в ходе профессиональной деятельности физико-математический аппарат термодинамики	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата технической термодинамики для решения задач возникающих в ходе профессиональной деятельности и связанных с получением жидкого водорода.	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета узлов и аппаратов, входящих в состав ожижителей водорода	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь разрабатывать с использованием новых информационных технологий проекты узлов и аппаратов ожижителей водорода с учетом сформулированных к ним требований	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками разработки, в том числе с использованием новых информационных технологий, технических проектов узлов и аппаратов ожижителей водорода	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПКВ-3	Знать достижения техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей в области получения жидкого водорода	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками выполнения расчетно-экспериментальных работ и решения научно-технических задач в области получения жидкого водорода на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, протекающим в водородных ожижителях	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПКВ-6	Знать термодинамические принципы работы, принципиальные и технологические	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50%

	схемы, конструкции установок ожижения водорода					правильных ответов
	Уметь использовать знания термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками использования знаний термодинамических принципов работы, принципиальных и технологических схем и конструкций установок ожижения водорода при их проектировании, создании и эксплуатации	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПКВ-7	Знать физико-математический аппарат технической термодинамики	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь использовать для решения задач связанных с получением жидкого водорода и возникающих в ходе профессиональной деятельности физико-математический аппарат термодинамики	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками использования физико-математического аппарата технической термодинамики для решения задач возникающих в ходе профессиональной деятельности и связанных с получением жидкого водорода.	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Изотопы водорода.
2. Орто- и параводород.
3. Естественная и искусственная конверсия.
4. Теплофизические и термодинамические свойства нормального водорода.

5. Диффузия водорода в металлы и адсорбция его на металлических поверхностях.
6. Химические свойства водорода.
7. Получение водорода методом каталитической конверсии.
8. Получение водорода методом частичного окисления.
9. Получение водорода методом электролиза.
10. Ожижение водорода методом дросселирования.
11. Принципиальная схема установки и цикл в T-S диаграмме.
12. Тепловой и материальный балансы цикла, оценка потерь и определение доли получающейся жидкости.
13. Получение жидкого параводорода.
14. Схемы включения реактора в ожижитель.
15. Определение необходимого объема катализатора.
16. Ожижение водорода с использованием других циклов.
17. Ожижение водорода в цикле двух давлений.
18. Цикл ожижения водорода с расширением его в детандере (цикл Клода).
19. Гелиево-водородный конденсационный цикл.
20. Сравнение циклов ожижения водорода по энергоэффективности.
21. Малые и средние установки ожижения водорода.
22. Ожижитель ВОС-3, схема, принцип действия.
23. Схема установки для получения жидкого параводорода.
24. Ожижитель ВО-2 для обслуживания больших жидководородных пузырьковых камер.
25. Ожижитель НБС.
26. Завод для производства жидкого водорода в больших количествах.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Металлические и неметаллические материалы, используемые при изготовлении водородных установок. Требования к ним.
2. Основные свойства металлических материалов, используемых при изготовлении водородных установок.
3. Основные свойства неметаллических материалов, используемых при изготовлении водородных установок.
4. Высоковакуумная теплоизоляция.
5. Вакуумно-порошковая изоляция.
6. Вакуумно-порошковая изоляция с экранированием излучения.
7. Вакуумно-многослойная изоляция.
8. Сравнительная характеристика вакуумной изоляции.
9. Резервуары для жидкого водорода.
10. Основные элементы резервуара и их устройство.
11. Устройство внутреннего сосуда.
12. Конструкция внешней оболочки.
13. Конструкция системы подвеса.
14. Трубопроводы резервуара.

15. Системы опорожнения резервуара.
16. Средства безопасности резервуара.
17. Стационарные резервуары.
18. Транспортные резервуары.
19. Сосуды Дьюара.
20. Основы конструирования резервуаров.
21. Расчет на прочность и на устойчивость внутренних сосудов и внешних оболочек.
22. Расчет на прочность цилиндрических оболочек и днищ.
23. Расчет систем подвеса.
24. Расчет проходного сечения предохранительного клапана и разрывной мембраны.
25. Общие сведения.
26. Физиологическое действие жидкого водорода.
27. Взрыво- и пожароопасность водорода.
28. Опасность электростатических явлений при производстве и применении жидкого водорода.
29. Требования к конструированию оборудования и размещению его на местности.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, правильно решенная задача оценивается в 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Свойства водорода. Современные способы производства газообразного водорода.	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен
2	Циклы ожижения водорода	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен
3	Водородные ожижители	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен

4	Конструкционные материалы и тепловая изоляция водородных систем	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен
5	Хранение и транспортировка жидкого водорода	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен
6	Техника безопасности при производстве, транспортировке и хранении жидкого водорода	ПК-4, ПКВ-3, ПКВ -6, ПКВ-7	Тест, устный опрос, зачет, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- Милошенко В.Е. Кримофизика, 2009
- Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения, 1981

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- SMath Studio
- Mathcad
- Advanced Grapher
- Microsoft Windows 10
- Microsoft Office 2013/2007
- Компас 3D LT
- Refprop 8.0
- <https://elibrary.ru>
- <https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Получение жидкого водорода» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета ожижительных водородных установок. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной ат-

	тестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	---