Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 12:22:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Гидравлика и гидравлические машины»

Специальность
18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»

Специализация
«Автоматизированное производство химических предприятий»

Квалификация (степень) выпускника
Специалист

Форма обучения
Очная

Москва 2021

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» следует отнести:

– формирование знаний о законах и современных математических зависимостях описывающих физические процессы, происходящие в потоках жидкостей и газов, и использование этих законов и зависимостей для решения технических задач;

– формирование знаний о современных гидравлических машинах и физических процессах, происходящих в них, а также использование этих знаний для решения технических задач, в том числе формирование умений применения исследовательских методов гидромеханики в практической деятельности.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» следует отнести:

– изучение законов равновесия и движения жидкостей, а также расчетных зависимостей практической гидравлики;

– освоение на базе этих законов и эмпирических зависимостей методов расчета движения жидкости через элементы технических устройств и гидравлические машины;

– изучение устройства и принципов работы гидравлических машин, используемых в автоматизированных производствах химических предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» является одной из общетехнических дисциплин и относится к разделу «Элективные дисциплины» образовательной программы.

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ОП.

В обязательной части:

– Высшая математика;
– Физика;
– Информатика;
– Теоретическая механика;
– Термодинамика и теплопередача;
– Механика;
– Детали машин и основы проектирования;
– Процессы и аппараты химической технологии;
– Проектная деятельность.
– Конструирование и расчет элементов оборудования;
– Основы проектирования химических предприятий.

В части блока «Элективные дисциплины»:

– Газодинамика;
– Технология химического машиностроения.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов.	Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета. Знать методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов. Знать методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей. Знать основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства. Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. Уметь рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. Уметь определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.

		Уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. Владеть методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Владеть методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов. Владеть методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, на третьем курсе, т.е. 72 академических часа (из них 36 часов аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы студентов).

Структура и содержание дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1, перечень лабораторных работ приведен в Приложении 2.

Содержание разделов дисциплины:

Введение.

Жидкость и газ. Силы, действующие в жидкости и газе. Свойства жидкостей и газов.

Гидростатика.

Основной закон гидростатики. Уравнения Паскаля и Архимеда. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.

Гидродинамика.

Основные понятия и определения. Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения Эйлера и Навье-Стокса соответственно для движения идеальной и реальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет потерь энергии, уравнения Вейсбаха и Дарси-Вейсбаха. Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитация.

Гидравлические сопротивления.

Ламинарное течение. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Расчёт трубопроводов. Местные сопротивления.

Насосы и гидроприводы

Центробежные и лопастные насосы, устройство и принцип работы. Характеристики центробежного насоса. Характеристики других лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели. Объемные насосы. Принцип действия и общие свойства. Поршневые насосы. Особенности плунжерных и диафрагменных насосов. Неравномерность подачи и способы ее снижения. Роторные насосы Принцип действия и общие свойства. Основные разновидности роторных насосов: шестеренные, винтовые, пластинчатые, аксиально-поршневые, радиально-

поршневые. Характеристики насосов и насосных установок. Объемные гидравлические двигатели. Струйные насосы.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития общекультурных и профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и коллективное обсуждение текущих вопросов на занятиях;

– проведение интерактивных занятий в режиме обсуждения и диалога между студентами, студентом и преподавателем по освоению разделов данной дисциплины*;*

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 18 часов, практические занятия – 9 часов, лабораторные занятия – 9 часов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению презентаций и их защита,
- круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты;
- устный опрос и собеседование;
- контроль знаний при помощи тестов.

Образцы тестовых заданий, тем дискуссий и контрольных вопросов представлены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции**:**

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-2	Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов;

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины (модуля), в соответствии с и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения дисциплине (модулю).

Показатель	Критерии оценивания			
	Неудовлетворительно	**Удовлетворительно**	**Хорошо**	**Отлично**
ОПК-2 - Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов;				
знать: Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета. Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов. Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основ теории переноса импульса, тепла и массы; принципов физического моделирования химико-технологических процессов; основных уравнений движения жидкостей; основ теории теплопередачи; основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовых процессов химической технологии, соответствующих аппаратов и методов их расчета; методов построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методов оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры; общих закономерностей химических процессов; основных химических производств; основ теории процесса в химическом реакторе, ме-	Обучающийся демонстрирует неполное знание основ теории переноса импульса, тепла и массы; принципов физического моделирования химико-технологических процессов; основных уравнений движения жидкостей; основ теории теплопередачи; основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовых процессов химической технологии, соответствующих аппаратов и методов их расчета; методов построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методов оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры; общих закономерностей химических процессов; основных химических производств; основ теории процесса в химическом реакторе, ме-	Обучающийся демонстрирует знание основ теории переноса импульса, тепла и массы; принципов физического моделирования химико-технологических процессов; основных уравнений движения жидкостей; основ теории теплопередачи; основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовых процессов химической технологии, соответствующих аппаратов и методов их расчета; методов построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методов оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры; общих закономерностей химических процессов; основных химических производств; основ теории процесса в химическом реакторе, методологии исследо-	Обучающийся демонстрирует полное и глубокое знание основ теории переноса импульса, тепла и массы; принципов физического моделирования химико-технологических процессов; основных уравнений движения жидкостей; основ теории теплопередачи; основ теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовых процессов химической технологии, соответствующих аппаратов и методов их расчета; методов построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов; методов оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры; общих закономерностей химических процессов; основных химических производств; основ теории процесса в химическом реакторе, методологии исследо-

Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	тодологии исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методики выбора реактора и расчета процесса в нем; основных реакционных процессов и реакторов химической и нефтехимической технологии.	тодологии исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методики выбора реактора и расчета процесса в нем; основных реакционных процессов и реакторов химической и нефтехимической технологии.	вания взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методики выбора реактора и расчета процесса в нем; основных реакционных процессов и реакторов химической и нефтехимической технологии.	вания взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методики выбора реактора и расчета процесса в нем; основных реакционных процессов и реакторов химической и нефтехимической технологии.
уметь: Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать ра-	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую	Обучающийся демонстрирует неполное умение определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую	Обучающийся демонстрирует умение определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность про-	Обучающийся в полном объеме демонстрирует умение определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую

циональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.	эффективность производства; выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе; определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.	эффективность производства; выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе; определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.	изводства; выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе; определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.	эффективность производства; выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе; определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.
владеть: Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Владеет методами расчета и	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами расчета и анализа процессов в	Обучающийся владеет в неполном объеме методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами расчета и анализа процессов в химических реакто-	Обучающийся частично владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, оп-	Обучающийся в полном объеме владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами расчета и анализа процессов в химических реакто-

анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	рах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	ределения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.	рах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов; методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме тестирования проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Введение в специальность» (написали рефераты, прошли тестирование.)

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 4 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Л.А. Тарасова, Г.Е. Зайцев, Т.Н. Романков Гидравлика и гидравлические машины. Учебное пособие. – М.: МГУИЭ, 2006. 208 с.
2. В.Г. Систер, М.Г. Лагуткин Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. Часть I . – Москва: Московский Политех, 2018. 372 с.
3. Машины и аппараты химических производств: Учебное пособие для вузов/ А.С.Тимонин, Б.Г.Балдин, В.Я.Борщев, Ю.И.Гусев и др./ Под общей редакцией А.С.Тимонина.- Калуга: Издательство Н.Ф.Бочкаревой. 2008. - 872 с.

б) дополнительная литература:

1. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и прочностного оборудования. Справочник. Т. 1, 2, 3. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2001 г. – 990, 980, 990 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т 1V – 12 (М.Б. Генералов и др. 2004 – 832 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

По всем разделам дисциплины имеются прикладные программы расчета, выполненные в системе MathCad.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Библиотека»

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: http://i-exam.ru, http:// fepo.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Учебные лаборатории кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова» полностью оснащены оборудованием и приборами для проведения лабораторных работ.

Имеются методические указания по проведению конкретных видов занятий, а также используемых в учебном процессе технических средств обучения.

Кафедра располагает компьютерным классом для проведения, как семинарских и практических занятий, так и для выполнения виртуальных лабораторных работ.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

10. Методические рекомендации для преподавателя.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Надежность технических систем» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается зачётом.

Преподаватель, принимающий зачёт, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программу составил проф., д.т.н. /Лагуткин М.Г./

Программа дисциплины «Системы качества ЭНМ» по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» (специализация «Автоматизированное производство химических предприятий») утверждена на заседании кафедры «АОиАТП им.проф.Генералова М.Б.»
«27» августа 2021 г., протокол № 09-20/21.

И.О. заведующего кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств им.проф.Генералова М.Б.» проф., к.х.н. /Беренгартен М.Г./

Руководитель образовательной программы, проф., д.т.н. /Кузнецова И.А./

Приложение 1
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Направление подготовки: 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий (уровень специалитета)»
Специализация: «Автоматизированное производство химических предприятий»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств им. профессора М.Б. Генералова»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Гидравлика и гидравлические машины

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
Фонд тестовых заданий

Составитель:

Лагуткин М.Г.

Москва, 2021 г

Приложение 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины»					
ФГОС ВО 18.05.01 – «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-2	Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов.	Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета. Знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов. Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей. Знает основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; об-	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, Р, К, Т, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом.

		щие закономерности химических процессов; основные химические производства. Знает основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. Умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. Умеет выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. Умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рацио-			

		нальную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. Умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. Владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. Владеет методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов. Владеет методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.			

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2

Список лабораторных работ дисциплины (модуля)
«**Гидравлика и гидравлические машины**»

Специальность **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализация **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

№	Название лабораторной работы
1	Демонстрация закона Паскаля
2	Демонстрация закона Архимеда
3	Демонстрация закона Бернулли
4	Измерение гидравлического сопротивления
5	Исследование работы объёмного насоса

Приложение 3

Структура и содержание дисциплины «**Гидравлика и гидравлические машины**»
Направление подготовки **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**
Профиль **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

n/n	**Раздел**	**Семестр**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах**					**Виды самостоятельной работы студентов**					**Формы аттестации**	
				Л	**П/С**	**Лаб**	**СРС**	**КСР**	**К.Р.**	**К.П.**	**РГР**	**Реферат**	**К/р**	**Э**	**З**
1	**Введение.** Жидкость и газ. Силы, действующие в жидкости и газе. Свойства жидкостей и газов.	5	1	1			4	+							
2	**Гидростатика.** Основной закон гидростатики. Уравнения Паскаля и Архимеда. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.	5	1-3	5	4	4	8	+							
3	**Гидродинамика.** Основные понятия и определения. Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения Эйлера и Навье-Стокса соответственно для движения идеальной и реальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет	5	4-5	4	2	2	8	+							

	потерь энергии, уравнения Вейсбаха и Дарси-Вейсбаха. Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитация.														
4	**Гидравлические сопротивления.** Ламинарное течение. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Расчёт трубопроводов. Местные сопротивления.	5	6-7	4	1	1	8	+							
5	**Насосы и гидроприводы** Центробежные и лопастные насосы, устройство и принцип работы. Характеристики центробежного насоса. Характери-стики других лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели. Объемные насосы. Принцип действия и общие свойства. Поршневые насосы. Особенности плунжерных и диафрагменных насосов. Неравномерность подачи и способы ее сниже-ния. Роторные насосы Принцип действия и общие свойства. Основные разновидности роторных насосов: шестеренные, винтовые, пластинчатые, аксиально-поршневые, радиально-поршневые. Характеристики насосов и насосных установок. Объемные гидравлические двигатели. Струйные насосы.	5	8-9	4	2	2	8	+							
	Итого:			18	9	9	36								+

Приложение 4

Набор тестов для зачета

по дисциплине «**Гидравлика и гидравлические машины**»

Специальность **18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Специализация **«Автоматизированное производство химических предприятий»**

Контрольные тесты

ВНИМАНИЕ! *При проведении вычислений рекомендуется принимать ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2, а плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м^3.*

1. Чему равняется давление в СИ, если манометр показывает 100 ат (кг/см^2)?

I. p = 10 МПа. **II.** p = 1 МПа. **III.** p = 100 кПа. **IV.** p = 10 кПа.

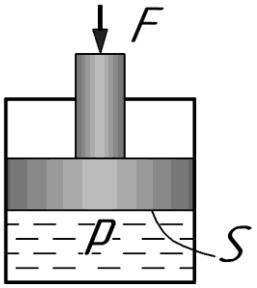
2. Чему равняется избыточное давление, если манометр показывает 0,1 МПа?

I. $p_{абс}$= 0,2 МПа. **II.** p = 0 МПа. **III.** p = –0,1 МПа. **IV.** p = 0,1 МПа.

3. Чему равняется глубина погружения h манометра в воду, если он показывает давление 0,01 МПа?

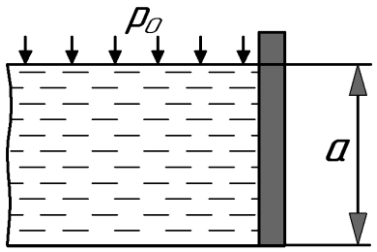
I. h = 100 м. **II.** h = 1 м. **III.** h = 1000 м. **IV.** h = 10 м.

4. Определить давление p под поршнем, если сила, действующая на его штоке F = 100 Н. Принять площадь поршня S = 100 см^2.



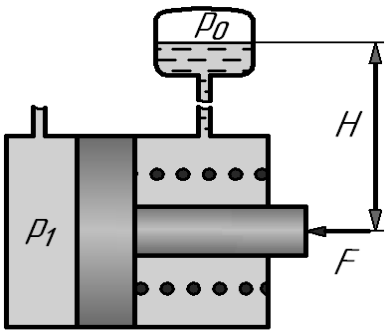
I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 10 кПа.	p = 10 МПа.	p = 100 кПа.	p = 1 МПа.

5. Чему равняется сила, действующая со стороны воды на плоскую стенку квадратной формы ($a \times a$) с a = 1 м, при величине избыточного давления на свободной поверхности p_0 = 5 кПа?



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
F = 10 кН.	F = 20 кН.	F = 25 кН.	F = 15 кН.

6. Определить давление p_1, которое необходимо подвести в левую полость гидроцилиндра, если давление жидкости в бачке поднятом на высоту H = 5 м, p_0 = 0,2 МПа, сила сжатия пружины 250 Н, а сила приложенная к штоку 400 Н. Принять площадь поршня 1000 мм^2, площадь штока 600 мм^2.



I.	**II.**	**III.**	**IV.**
p = 0,25 МПа.	p = 0,5 МПа.	p = 0,75 МПа.	p = 1 МПа.

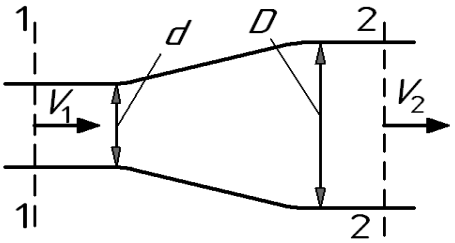
7. Укажите диапазон чисел Рейнольдса, при которых в трубе круглого сечения существует устойчивое ламинарное течение.

I. $Re < 2300$. **II.** $Re > 2300$. **III.** $Re < 4000$. **IV.** $Re > 4000$.

8. Определить расход жидкости Q, если ее средняя скорость в трубе постоянного сечения площадью 2 см^2 составляет 10 м/с.

I. $Q = 10$ л/с. **II.** $Q = 5$ л/с. **III.** $Q = 4$ л/с. **IV.** $Q = 2$ л/с.

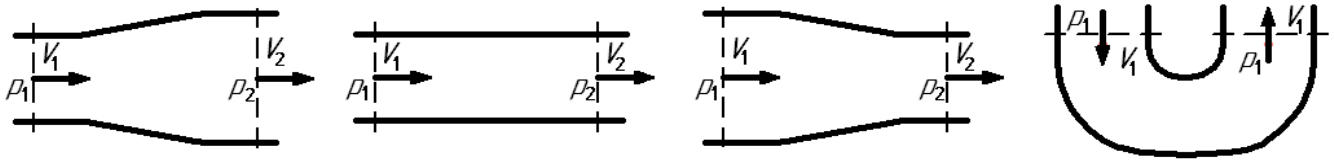
9. При начальной скорости $V_1 = 4$ м/с расширяющегося потока определить его конечную скорость V_2, если диаметр меняется с $d = 20$ мм до $D = 40$ мм.



I. V_2 = 2 м/с. **II.** V_2 = 8 м/с. **III.** V_2 = 1 м/с. **IV.** V_2 = 4 м/с.

10. Какому потоку идеальной жидкости соответствует неравенство $V_1 > V_2$?

I. **II.** **III.** **IV.**

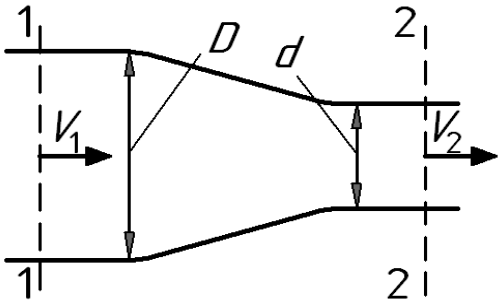


11. Определить давление в конечном сечении горизонтальной трубы постоянного диаметра, если в начальном сечении оно было $p_1 = 0{,}6$ МПа, а потеря напора при движении жидкости от начального сечения до конечного составило 30 м.

I. $p_2 = 400$ кПа. **II.** $p_2 = 200$ кПа. **III.** $p_2 = 300$ кПа. **IV.** $p_2 = 100$ кПа.

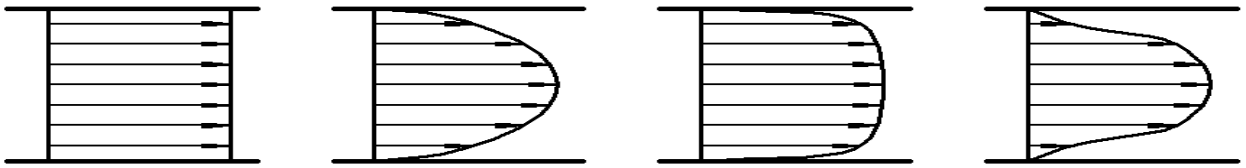
12. Определить потерю напора $h_{пот}$ в горизонтальной сужающейся трубе, если скорость и давление в начальном сечении составили соответственно $V_1 = 4$ м/с и $p_1 = 0{,}4$ МПа, а давление в конечном сечении – $p_2 = 80$ кПа. При решении принять $D/d = 2$. Течение считать турбулентным.

I. $h_{пот}$ = 40 м. **II.** $h_{пот}$ = 30 м. **III.** $h_{пот}$ = 20 м. **IV.** $h_{пот}$ = 10 м.



13. На рисунке приведены некоторые эпюры распределения скоростей по сечению потоков. Укажите рисунок, который соответствует обычному ламинарному течению жидкости в круглой трубе.

I. **II.** **III.** **IV**



14. Чему равен коэффициент Дарси λ для круглой трубы при течении жидкости с числом Рейнольдса $Re = 10^4$? Трубу считать гидравлически гладкой.

I. $\lambda = 0{,}022$. **II.** $\lambda = 0{,}0316$. **III.** $\lambda = 0{,}05$. **IV.** $\lambda = 0{,}011$.

15. Укажите наиболее возможное численное значение коэффициента Дарси λ при турбулентном течении жидкости в круглой трубе.

I. 0,5. **II.** 1. **III.** 0,8. **IV.** 0,03.

16. Во сколько раз увеличатся потери напора в местном сопротивлении, если расход увеличится

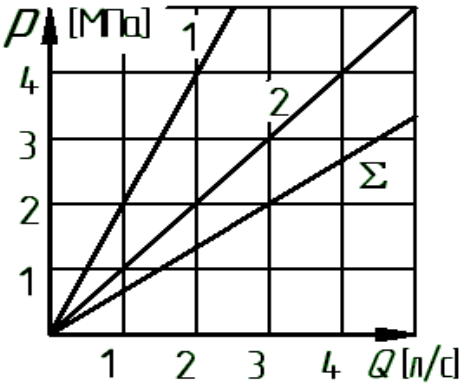
в 2 раза? Считать, что потери вызваны вихреобразованием.

I. В 4 раза. **II.** В 2 раза. **III.** В 0,5 раза. **IV.** В ~3,5 раза.

17. Определить потерю давления Δp при движении жидкости с расходом Q = 0,0314 л/с через дросселирующее отверстие диаметром d = 0,0025 м. Принять коэффициент расхода отверстия μ = 0,8.

I. Δp = 24 кПа **II.** Δp = 8 кПа **III.** Δp = 32 кПа **IV.** Δp = 16 кПа

18. Сложный трубопровод, состоит из двух параллельно соединенных труб (1 и 2), характеристики которых приведены на рисунке. Определить давление в конечном сечении сложного трубопровода p_2 и суммарный расход жидкости Q_Σ. Заданы: давление в начальном сечении сложного трубопровода p_1 = 5 МПа и расход жидкости во второй трубе Q_2 = 2 л/с.



I. p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 2 л/с. **II.** p_2 = 2 МПа, Q_Σ = 3 л/с. **III.** p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 3 л/с. **IV.** p_2 = 3 МПа, Q_Σ = 4 л/с.

19. Определить напор $H_н$ и потребляемую мощность N насоса, если его подача Q = 1 л/с, давления: на выходе – p_2 = 1 МПа, на входе – p_1 = 0,1 МПа, а полный КПД – η = 0,9. Диаметры всасывающего и напорного трубопроводов одинаковы.

I. $H_н$ = 100 м, N = 1,0 кВт. **II.** $H_н$ = 90 м, N = 1,0 кВт. **III.** $H_н$ = 100 м, N = 0,9 кВт. **IV.** $H_н$ = 90 м, N = 0,9 кВт.

20. Определить полный КПД η насоса, если его частные КПД составляют: объемный – $\eta_о$ = 0,9, гидравлический – $\eta_г$ = 0,8 и механический – $\eta_м$ = 0,9. После проведения расчетов результат следует округлить до целых процентов.

I. 65 %. **II.** 72 %. **III.** 75 %. **IV.** 80 %.

Ответы на тесты для контроля знаний студентов

№		№		№		№	
1	I	**7**	I	**13**	II	**19**	II
2	IV	**8**	IV	**14**	II	**20**	I
3	II	**9**	III	**15**	IV		
4	I	**10**	I	**16**	I		
5	I	**11**	III	**17**	III		
6	III	**12**	III	**18**	III		