МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химические технологии»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Директор ИМиА  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.А. Бодров  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019 г. |  | «УТВЕРЖДАЮ»  Проректор РОПиМД  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ А.В. Корячко  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 г.. |
| Руководитель ОПОП  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Коваленко  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_2019 г. |  |  |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**Б1.Б.06 «Конструирование аппаратов и машин химических производств»**

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

ОПОП академической магистратуры

«Химическая технология органических веществ»

Квалификация (степень) выпускника - магистр

Форма обучения –очно-заочная

Рязань, 2019 г.

1. ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ
2. Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 18.04.01 «Химическая технология» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1494.
3. Разработчики: Г.А. Борисов д.т.н., профессор кафедры КТ
4. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_( Борисов Г.А.)
5. подпись (Ф.И.О.)
6. Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Химической технологии
7. «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_2019 г., протокол № \_\_\_.
8. Заведующий кафедрой Химической технологии
9. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(Коваленко В.В.)
10. (подпись) (Ф.И.О.)
11. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки от 21.11.2014 № 1494.

**Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины " Конструирование аппаратов и машин химических производств " — состоит в завершающей подготовке специалистов для производственной, проектно-конструкторской и исследовательской деятельности в области создания и эксплуатации технологического оборудования химических производств.

Основными задачами изучения дисциплины являются: научить студента эффективно использовать знания, полученные в естественнонаучных и общеинженерных дисциплинах, для решения конкретных практических задач в области проектирования, монтажа, испытаний и эксплуатации машин и аппаратов химических производств; сформировать у них умение проектировать, технически обслуживать химическое оборудование и проводить научные исследования.

Обязательным в курсе является изучение автоматизированных методов расчета, а также знакомство с нормативными материалами.

**2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения**

**дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения  по дисциплине (ЗУНы) |
| ОК-4 способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных подходов к конструированию аппаратов и машин химических производств и их эксплуатации. | Знать: тенденции и пути совершенствования оборудования химических производств. |
| Уметь: находить оптимальные решения при проектировании и эксплуатации механического и технологического оборудования химических производств. |
| Владеть: методами математического доказательства утверждений и развивать логическое обоснование своего мнения. |
| ОПК-5 готовность к защите интеллектуальной собственности усовершенствованных конструкций аппаратов и машин химических производств и коммерциализации прав на эти объекты интеллектуальной собственности. | Знать: Нормативные материалы в области защиты интеллектуальной собственности, устройство, основные рабочие характеристики и принципы расчета, в том числе и автоматизированного, типовых машин и аппаратов химических производств, тенденции и пути совершенствования их конструкции. |
| Уметь: Пользоваться терминологией и современными методами проектирования и конструирования машин и аппаратов химических производств. |
| Владеть: Навыками использования справочной литературы и стандартов в области защиты интеллектуальной собственности;  навыками применения современных методов расчета конструкций; оформлением проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД. |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение  по семестрам в часах |
| Номер семестра |
| 1  5 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108  108 |
| *Аудиторные занятия:* | 54 | 54  32 |
| Лекции (Л) | 10 | 10  16 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 26 | 26 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18  16 |
| *Самостоятельная работа (СРС):* | 54 | 54  76 |
| Самостоятельные занятия | 48 | 48  52 |
| Экзамены и консультации | - | -  20 |
| Консультации в семестре | 6 | 6  4 |
| Вид итогового контроля | - | Зачет  экзамен |

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий  по видам в часах | | | |
| Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Общие сведения о машинах и аппаратах. Проектирование и конструирование. | 12 | 2 | 4 | 6 |
| 2 | Теплообменные аппараты. | 12 | 2 | 4 | 6 |
| 3 | Колонные массообменные аппараты. | 8 | 2 | 4 | 2 |
| 4 | Сушильные аппараты и установки. | 6 | 2 | 4 | - |
| 5 | Машины и аппараты разделения неоднородных систем. | 10 | 1 | 5 | 4 |
| 6 | Промышленные печи и химические реакторы. | 6 | 1 | 5 | - |

**5.1. Лекции**

***Раздел 1. Общие сведения о машинах и аппаратах. Проектирование и конструирование.***

1.1. Методы и приемы конструирования. Нормативно-техническая документация для проектирования, расчетов и эксплуатации машин и аппаратов.

1.2. Методики расчета тепло - и массообменной аппаратуры и их элементов с использованием ГОСТов, стандартов, руководящих документов.

1.3. Приемы конструирования. Метод аналогий, метод инверсии, метод мозгового штурма.

***Раздел 2. Теплообменные аппараты.***

2.1. Общие сведения об теплообменных аппаратах в химической технологии.

2.2. Расчет теплообменников с фазовыми изменениями теплоносителей. Испарители.

2.3. Механический расчет теплообменников. Кожухотрубчатые теплообменники.

2.4. Конденсаторы.

#### *Раздел 3. Колонные массообменные аппараты.*

3.2. Общие сведения о колонных массообменных аппаратах. Основные конструктивные характеристики колонн.

3.3. Колонны насадочные.

3.4. Расчет массообменных процессов в колоннах аппаратах.

3.5. Технологический расчет ректификационных колонн.

##### **Раздел 4. Сушильные аппараты и установки.**

4.1. Методика расчета сушильных установок.

4.2. Расчет на прочность аппаратов для сушки.

4.3. Тенденции развития сушильной техники.

4.4. Техника безопасной эксплуатации сушильных установок.

***Раздел 5. Машины и аппараты разделения неоднородных систем.***

5.1. Фильтры для жидкостей. Методика расчета фильтров.

5.2. Центрифуги. Методика расчета центрифуг.

5.3. Сепараторы. Методика расчета.

5.4. Механический расчет центрифуг и сепараторов.

***Раздел 6. Промышленные печи и химические реакторы.***

6.1. Термотехнологические процессы. Классификация печей.

6.2. Обжиг, сжигание, пиролиз, крекинг, термическое разложение.

**5.2. Практические занятия, семинары**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
| 1 | Ознакомление с нормативными документами. ГОСТы и стандарты по тепло - и массообменную аппаратуру и их элементы. | 2 |
| 1 | Оформление конструкторской документации в соответствии с ЕСКД. | 2 |
| 2 | Механический расчет теплообменников. | 4 |
| 3 | Расчет гидравлического сопротивления. Колонны тарельчатые. | 4 |
| 4 | Расчет на прочность аппаратов для сушки. | 4 |
| 5 | Расчет сепаратора, центрифуги. | 5 |
| 6 | Трубчатые печи. Технологические расчеты. | 5 |

**5.3. Лабораторные работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
| 1 | Структурный анализ механизмов | 6 |
| 2 | Изучение, расчет и выбор стандартизованного кожухотрубчатого теплообменного аппарата. | 6 |
| 4 | Проектирование насадочной колонны | 2 |
| 5 | Кинематический анализ механизмов | 4 |

**5.4.Самостоятельная работа студента**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнение СРС | | |
| Тема работы и содержание задания | Список литературы | Кол-во часов |
| Оформление документации. Нормативно-техническая документация. Технологическое оборудование, элементы, материалы и их выбор. Общезаводское оборудование. | Проектирование деталей и узлов машин [Электронный ресурс] : учебник для вузов / К.П. Жуков, Ю.Е. Гуревич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2014. — 648 c. — 978-5-94275-739-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/ | 10 |
| Теоретическая подготовка и выполнение расчётов. Конструкции контактных массообменных устройств и их основные параметры. Выбор тарельчатых колонных аппаратов. | Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Леонтьев, А.Г. Мозырев, А.Н. Гребнев [и др.]. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2012. — 144 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/ | 10 |
| Теоретическая подготовка и выполнение расчётов. Устройство и работа сепараторов. Перспективная техника разделения неоднородных систем. | Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Леонтьев, А.Г. Мозырев, А.Н. Гребнев [и др.]. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2012. — 144 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/ | 10 |
| Подготовка к зачету | Вся литература | 24 |

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Проектирование деталей и узлов машин [Электронный ресурс] : учебник для вузов / К.П. Жуков, Ю.Е. Гуревич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2014. — 648 c. — 978-5-94275-739-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

2. Детали машин и основы конструирования [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Д.В. Чернилевский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2012. — 672 c. — 978-5-94275-617-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

3. Расчет допусков размеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Машиностроение, 2006. — 400 c. — 5-217-03309-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Леонтьев, А.Г. Мозырев, А.Н. Гребнев [и др.]. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2012. — 144 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

5. Допуски и посадки. Обоснование выбора: Методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию /РГРТА Сост.: В.И. Нестеренко, В.К.Янкелиович, А.А. Зенин. Рязань, 2002 – 40 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Алексеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 212 c. — 978-5-7882-1203-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

2. Механика: сборочные конструкции [Электронный ресурс] : Учебные и учебно-методические материалы. Методические указания / В.И.Нестеренко, А.А.Зенин, В.К.Янкелиович - Электрон. текстовые данные. — Рязань : РГРТА, 2004 – 36 с. - Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/137>

3. Механические испытания приборов и аппаратов: Методические указания к лабораторным работам/РГРТУ Сост.: А.П. Капранов, В.П. Федоров, В.А. Зименко, И.Е. Синицын, И.М. Сельдимиров. Рязань, 2011 – 24 с.

**8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: https://e.lanbook.com/

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компью-тера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Работа студента на лекции

Только слушать лекцию и записывать за лектором все, что он говорит, недостаточно. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. Конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.

2. При конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые показались особенно важными.

3. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание); это позволит при подготовке к сдаче зачета не запутаться в структуре лекционного материала.

4. Рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

При изучения лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю после лекции.

В заключение следует отметить, что конспект каждый студент записываете лично для себя. Поэтому конспект надо писать так, чтобы им было удобно пользоваться.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия по решению задач существенно дополняют лекции по курсу. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к физическим явлениям. Последнее тесным образом связано с методологий физики как науки.

В часы самостоятельной работы студенты должны решать задачи, с которыми они не успели решить во время аудиторных занятий, и те задачи, которые не получились дома. Отсутствие спешки на таких занятиях (которая нередко бывает на учебных занятиях из-за недостатка времени и напряженности рабочего плана) несомненно должно дать положительный эффект.

Идея построения разделов физики на базе основных постулатов должна найти своё отражение и в содержании практических занятий по решению задач. Когда студенты решают задачи по определённой теме, очень важно, чтобы в результате знакомства с конкретными задачами они усвоили принципиальный подход к познанию достаточно широкого класса явлений.

Подготовка к лабораторным работам

Главные задачи лабораторного практикума таковы:

1) экспериментальная проверка физических законов;

2) освоение методики измерений и приобретение навыков эксперимента;

3) изучение принципов работы приборов;

4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению эксперимента, студенту необходимо внимательно ознакомится с методическим описанием лабораторной работы. Методические описания содержат:

1) название работы, ее цель;

2) перечень приборов и принадлежностей;

3) элементы теории;

4) методику проведения работы;

5) порядок выполнения работы;

6) обработку результатов измерений;

7) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может понять физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных ошибок, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Поэтом этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучается темы, еще не прочитанные на лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Прежде чем выполнять лабораторную работу студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета, порядке проведения измерений, а также иметь представление о том, какие расчеты необходимо будет провести.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в каждой из лабораторий. Отчет по лабораторной работе студент должен начать оформлять еще на этапе подготовки к ее выполнению. Допускаясь к лабораторной работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчета, содержащую: оформленный титульный лист (по образцу, имеющемуся в лаборатории), цель работы, приборы и принадлежности, эскиз экспериментального макета, основные закономерности изучаемого явления и расчетные формулы. Чтобы сэкономить время при выполнении работы, рекомендуется заранее подготовить и таблицу для записи результатов измерений.

После выполнения лабораторной работы необходимо согласовать полученные результаты с преподавателем. После чего нужно провести расчеты и оценку погрешности измерений согласно методическим указаниям.

Важным этапом также является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теории изучаемого явления, комментирует полученные в ходе работы результаты. При подготовке к защите лабораторной работы рекомендуется пользоваться дополнительной литературой, список которой приведен в методическом описании, а также конспектом лекций. От того, насколько тщательно студент готовился к защите лабораторной работы во многом зависит и конечный результат его обучения.

Подготовка к сдаче зачета

Зачет – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача зачета состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к зачету, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Студенту на зачете нужно не только знать сведения из тех или иных разделов теоретической механики, но и владеть ими практически: видеть физическую задачу в другой науке, уметь пользоваться физическими методами исследования в других естественных и технических науках, опираясь на методологию механики, получать новые знания и т. д.

Зачет дает возможность также выявить, умеют ли студенты использовать теоретические знания при решении физических задач.

На зачете оцениваются:

1) понимание и степень усвоения теории;

2) методическая подготовка;

3) знание фактического материала;

4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;

5) умение приложить теорию к практике, решать задачи механики, правильно проводить расчеты и т. д.;

6) знакомство с историей науки;

7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Но значение зачета не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, они способствуют обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов. И еще одно значение зачета. Он проводится по курсам, в которых преобладает теоретический материал, имеющий большое значение для подготовки будущего специалиста.

Подготовку к зачету следует начинать с общего планирования своей деятельности в сессию. С определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному зачету. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
| Практические занятия, лабораторные работы | (021А, 265) ГК | Учебные плакаты, макеты механизмов и кинематических пар, типовые детали и узлы машин и приборов на специальных стендах.  Операционная система Windows XP.  Kaspersky Endpoint Security. |

Программу разработали:

д.т.н., профессор каф. КТ Г.А. Борисов