

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Аллудий Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 14.11.2024 11:17:00  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Урбанистики и городского хозяйства  
/ Л.А. Марюшин /

“ 31 ” августа 2020 г.

## **Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования и расчета нефтегазового оборудования»**

Направление подготовки  
21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль  
**Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и  
продуктов переработки**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2020

### **1. Цели освоения дисциплины.**

Целью изучения дисциплины является получение знаний и формирование навыков по основам конструирования, выбору конструктивной схемы оборудования и методикам инженерных прочностных расчетов при эксплуатации техники для добычи и подготовки нефти.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования» входит в базовую часть цикла профессиональных дисциплин (БЗ). При изучении дисциплины обеспечивается фундаментальная подготовка студента по вопросам эксплуатации техники для добычи и подготовки нефти. Эти знания необходимы будущему специалисту для решения профессиональных задач.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных ранее при изучении следующих дисциплин: Физика; Химия; Теоретическая и прикладная механика; Сопротивление материалов; Гидромашины и компрессоры; Термодинамика и теплопередача; Основы нефтегазопромыслового дела.

Освоение дисциплины «Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования» необходимо в качестве предшествующей для изучения дисциплин «Оборудование для добычи и подготовки нефти»; «Технология и оборудование для ремонта нефтяных скважин»; «Эксплуатация и ремонт оборудования для добычи и подготовки нефти».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы проектирования и расчета нефтегазового оборудования»**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

#### **Общекультурные (ОК):**

- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения (ОК-1);
- логически верно, аргументировано, и ясно строить устную и письменную речь (ОК-3);
- быть готовым к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-4);
- стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-9);
- владеть одним из иностранных языков на уровне, достаточном для изучения зарубежного опыта в профессиональной деятельности, а также для осуществления контактов (ОК-21).

#### **Общепрофессиональные (ПК):**

- самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-1);

- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией (ПК-4);
- составлять и оформлять научно-техническую и служебную документацию (ПК-5);
- применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику (ПК-6);
- оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в нефтегазовом производстве (ПК-9);
- применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ПК-10);
- обоснованно применять методы метрологии и стандартизации (ПК-11);
- использовать методы технико-экономического анализа (ПК-13);
- изучать и анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по направлению исследований в области обслуживания и ремонта скважин (ПК-17);
- использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ПК-19);
- использовать стандартные программные средства при проектировании (ПК-23).

***В результате изучения данной дисциплины студенты должны:***

***---знать:***

- устройство различных типов приводов, систем, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности используемых технических средств (ОК-1; ПК-1; ПК-6; ПК-8);
- современные методические, технологические, нормативно-технические и руководящие материалы и требования, предъявляемые к машинам и оборудованию для добычи нефти (ОК-1; ОК-9; ПК-1...3; ПК-6; ПК-8; ПК-13);
- методологию, этапы конструирования и стадии создания нового оборудования (ПК-7...9; ПК-13; ПК-22...24);
- новые технологические процессы и новое оборудование в области добычи и подготовки нефти (ПК-1...4; ПК-13...15).

***--- уметь:***

- рассчитывать технические параметры машин и оборудования нефтяных промыслов по заданным технологическим требованиям (ОК-1; ОК-9; ПК-1...3; ПК-6; ПК-8; ПК-13);
- оценивать уровень технологичности конструкции машин и механизмов (ОК-1; ОК-9; ПК-1...3; ПК-6; ПК-8; ПК-13);
- оценивать достоинства и недостатки проектируемого оборудования для нефтяных промыслов (ПК-13...15).

**---владеть демонстрировать способность и готовность:**

- методикой расчета и выбора оптимальных по прочности и надежности конструкций технологического оборудования при добыче и подготовке нефти (ПК7...9;ПК-13;ПК-21...24);
- выбором рационального и безопасного режима эксплуатации нефтепромысловой техники с учетом технологических и нормативных требований (ПК13; ПК-17; ПК-21...24).

#### **4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины Основы проектирования и расчета нефтегазового оборудования составляет 4 зачетных единицы (144час). Изучаемые разделы и виды учебной работы представлены в Приложениях 1 и 1А.

##### *Раздел 1. Цели курса и связь с другими дисциплинами.*

Введение. Предмет дисциплины, связь со смежными дисциплинами, цель и задачи дисциплины. Роль ученых в создании фундаментальных основ дисциплины. Научные и технические задачи, решаемые при создании и совершенствовании машин. Формулирование задач конструирования машин. Научные разработки, выполняемые при создании новых машин. Принципы оптимального проектирования машин. Системы автоматизированного проектирования машин.

##### *Раздел 2. Методология и этапы конструирования. Состав конструкторской документации.*

Специфические особенности эксплуатации машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности. Сфера применения машин. Влияние климатических условий на конструкцию оборудования. Особенности режимов эксплуатации, ремонта и транспортирования оборудования.

Методология проектирования машин.

Основные понятия проектирования. Процедурная модель проектирования. Стадии разработки новых изделий, объем, содержание. Графическая документация, виды чертежей. Методология и этапы создания новых машин. Методы разработки "новых идей".

Композиция и основные вопросы художественного конструирования.

Использование основных приемов художественного конструирования при проектировании нефтегазопромыслового оборудования. Вопросы композиции оборудования.

Основные аспекты эргономики при создании бурового и нефтепромыслового оборудования.

Технико-экономические основы конструирования.

Технико-экономический анализ проектируемых конструкций. Оценка оборудования как объекта производства и объекта эксплуатации. Эксплуатационная трудоемкость, материалоемкость и ремонтноемкость. Рентабельность и срок окупаемости оборудования.

Унификация и стандартизация элементов оборудования.

Понятия терминов унификация и стандартизация. Уровни стандартизации и унификации и методы их оценки. Понятие о коэффициентах применяемости, повторяемости, блочности, собираемости и коэффициента охвата составных частей изделия типовыми технологическими процессами при оценке качества изделия.

*Раздел 3. Надежность оборудования. Основные показатели надежности и качества оборудования.*

Основные термины, понятия и определения. Показатели надежности и их структура. Единичные и комплексные показатели. Отказы оборудования и их характеристика.

Законы распределения наработки :экспоненциальный, Вейбулла, нормальный, гамма-закон и др. Основные зависимости, характеризующие законы распределения, применение законов к изучению потоков отказов. Характерные признаки законов. Планы испытаний на надежность. Установление законов распределения наработки до отказа по данным выборки. Проверка согласованности теоретического и статистического распределений.

Качество оборудования. Общие сведения о качестве продукции. Показатели назначения. Основные понятия о качестве продукции. Классификация продукции. Номенклатура показателей качества продукции. Категории качества. Методы оценки уровня качества продукции.

Определение и место показателей назначения в оценке качества. Взаимосвязь между эффективностью и производительностью машины, агрегата и их показателями назначения. Показатели назначения как база оптимизации параметров машин.

*Раздел 4. Методы расчетов на прочность и надежность оборудования. Критерии согласия. Расчет надежности систем восстанавливаемых и с плановым техническим обслуживанием. Расчет надежности в зависимости от распределения показателей прочности и нагрузки.*

Нестационарный режим нагружения несущих элементов оборудования и методы расчета показателей надежности (подшипники, цепные и зубчатые передачи, валы, оси, элементы стержневых систем).

*Раздел 5. Расчетные нагрузки. Методики расчетов типового нефтепромысло-*

*го оборудования.*

Применение современных методов прочностных расчетов деталей нефтепромыслового оборудования. Основные нормативные документы по расчетам на прочность и надежность.

Определение допускаемых напряжений и деформаций, возникающих при работе оборудования. Расчеты на прочность и жесткость аналитическими методами. Экспериментальные методы определения прочностных и деформационных характеристик оборудования.

Выбор материала деталей, допусков и посадок сопрягаемых деталей бурового и нефтегазопромыслового оборудования.

Влияние условий эксплуатации бурового и эксплуатационного нефтяного и газового оборудования на подбор материала деталей и выбор предельных напряжений. Особенности режимов нагружения сопрягаемых деталей бурового и нефтегазопромыслового оборудования и особенности их расчета на прочность.

## **5. Образовательные технологии.**

Организация занятий по дисциплине проводится по традиционной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, контрольные и лабораторные работы, текущий контроль) согласно расписанию.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с использованием электронных средств и интерактивной доски, при этом параллельно демонстрируются образцы деталей различного оборудования, применяемого в нефтегазовом деле. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения.

По ходу чтения лекций с участием студентов совершается экскурс в соответствующие разделы дисциплин, предшествующих изучаемой дисциплине. С участием студентов выполняется также экспресс-анализ основных зависимостей и расчетных формул с использованием элементов теории размерностей, что позволяет им избежать ошибок при выполнении расчетных работ.

Практические занятия проводятся в аудитории и направлены на закрепление знаний путем рассмотрения и анализа решений контрольных работ.

Изучение конструкции работы оборудования, а также анализ изучаемых технологических процессов в производственных условиях, т.е. по месту работы студента—заочника, являются основой для выполнения индивидуального курсового проекта (или курсовой работы), а также будущего дипломного проекта).

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов;
- выполнение контрольной работы работ с выполнением необходимых расчетов и графических построений;

Возможна также организация «круглых столов» и встреч со специалистами нефтегазовой отрасли и представителями предприятий.

В процессе изучения дисциплины «Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования» для более успешного получения запланированных результатов используются следующие виды активизации познавательной деятельности студентов, сведённые ниже в таблицу.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности		
	Лк	Пз	СРС
Дискуссия	х	х	
<i>IT</i> -методы	х		х
Командная работа		х	
Индивидуальное обучение		х	х

В учебном процессе используются образовательные ресурсы, размещенные в имеющейся электронной библиотеке со свободным выходом в Интернет.

Дискуссии организуются преподавателем как на лекциях, так и на практических занятиях по вопросам, имеющим альтернативные решения.

*IT* – методы применяются в виде презентаций лекционного материала и использования Интернет – ресурсов при самостоятельной работе студентов.

Командная работа осуществляется при выполнении практических работ и обсуждении их результатов учебной группой для получения ответов на поставленные вопросы.

Индивидуальное обучение достигается многовариантностью заданий на контрольную работу и изучением тем теоретической части курса, вынесенных на самостоятельное освоение студентами.

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО для аттестации обучающихся по дисциплине предусмотрены:

- задания на контрольную работу;
- перечень вопросов для подготовки к экзамену;
- перечень вопросов для самоконтроля.

Приведенные ниже оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по освоению дисциплин, включающие контрольную

работу и экзамен, позволяют оценить степень сформированности компетенций обучающихся.

### 6.1. Контрольные задания

В соответствии с условиями, указанными в таблице, определить вероятность разрушения и вероятность безотказной работы статически нагруженной детали.

Таблица

№ варианта	Сталь, из которой изготовлена деталь	Условия нагружения		Допускаемое напряжение $\sigma_{lim}$ , МПа
		Рабочее напряжение $\sigma_{раб}$ , МПа	Ср.квadrat. отклонение $S_{\sigma_{раб}}$ , МПа	
1	Улучшенная, нормализованная	150	12	185
2		270	18	280
3		145	31	150
4		320	15	330
5		380	22	400
6	С термически упрочненной поверхностью	150	12	180
7		270	18	280
8		145	31	140
9		320	15	300
10		380	22	420

### 6.2. Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Стадии создания новой техники.
2. Состав конструкторской документации.
3. Дать понятие качеству продукции. Показатели качества.
4. Как рассчитывается на прочность штанговая колонна ШГНУ.
5. Определение касательных напряжений в буровой колонне .
6. Какие основные нагрузки, действуют на узлы станка-качалки?
7. Методы расчет на прочность колонны НКТ.
8. Краткая характеристика показателей надежности.
9. Расчеты на прочность по вероятностным критериям.
10. Расчет столба жидкости при глушении скважин.
11. Расчет необходимого напора ЭЦН для подъема нефти из скважины.
12. Расчет толщины стенки трубопровода, нагруженного внутренним давлением.
13. Определение расчетной нагрузки для буровой колонны при роторном бурении.
14. Расчет мощности электродвигателя для станка-качалки.
15. Расчеты при нагрузках с переменной амплитудой.



16. Определение расчетной нагрузки для буровой колонны при бурении турбобуром.
17. Материалы, применяемые для изготовления нефтегазового оборудования.
18. Методика расчета диаметра болтов (шпилек) для фланцевых соединений сосудов, нагруженных внутренним давлением.
19. Расчет гидравлической и электрической мощности буровых насосов.
20. Расчет необходимой мощности для электродвигателя привода подъемника.
21. Определение статической нагрузки на головку балансира ШГН.
22. Типы сталей для НКТ и обсадных труб и их характеристики.
23. Расчет мощности электродвигателя для ЭЦН.
24. Формулы учета коррозии и эрозии при прочностных расчетах трубопроводов.
25. Расчет запаса прочности буровой колонны при роторном бурении скважин.
26. Виды и методы испытаний грузоподъемных механизмов.
27. Основные формулы расчета тормоза буровой лебедки.
28. Расчетные нагрузки, действующие на узлы буровой лебедки.
29. Определение коэффициента запаса прочности и величины допускаемого напряжения при прочностных расчетах.
30. Расчет нагрузки, действующей в точке подвеса насосных штанг станка-качалки
31. Расчет допустимой нагрузки для талевого каната подъемника.
32. Расчетные нагрузки, действующие на основные узлы кронблока.
33. Методы расчета канатных оттяжек буровых вышек.

### **6.3. Перечень вопросов для самоконтроля.**

2. Как рассчитывается на прочность штанговая колонна ШГНУ.
3. Определение касательных напряжений в буровой колонне .
4. Какие основные нагрузки, действующие на узлы станка-качалки, Вы знаете.
5. Методы расчета на прочность колонны НКТ.
6. Как определить статический уровень жидкости в скважине.
7. Основные расчетные нагрузки в скважинных штанговых насосах.
8. Определение расчетной нагрузки для буровой колонны при бурении скважин электробуром.
9. Расчет столба жидкости при глушении скважин.
10. Расчет необходимого напора ЭЦН для подъема нефти из скважины.
11. Расчет толщины стенки трубопровода, нагруженного внутренним давлением.
12. Определение расчетной нагрузки для буровой колонны при роторном бурении.
13. Расчет мощности электродвигателя для станка-качалки.
14. Нагрузки, действующие на основные узлы превенторов.

15. Определение расчетной нагрузки для буровой колонны при бурении турбобуром.
16. Материалы, применяемые для изготовления нефтегазового оборудования.
18. Расчет диаметра болтов (шпилек) для фланцевых соединений сосудов, нагру-
20. Расчет гидравлической и электрической мощности буровых насосов.
21. Расчет необходимой мощности для электродвигателя привода подъемника.
22. Определение статической нагрузки на головку балансира ШГН.
23. Типы сталей для изготовления обсадных труб и их характеристики.
24. Расчет мощности электродвигателя для ЭЦН.
25. Типы сталей для изготовления буровых труб и их прочностные характеристики.
26. Определение эксплуатационной нагрузки на болты (шпильки) фланцевого соединения (на примере оборудования эксплуатационной колонны).
27. Формулы учета коррозии и эрозии при прочностных расчетах трубопроводов.
29. Расчет запаса прочности буровой колонны при роторном бурении скважин.
30. Виды и методы испытаний грузоподъемных механизмов.
31. Основные формулы расчета тормоза буровой лебедки.
33. Расчет к.п.д. привода ЭЦНУ.
35. Расчетные нагрузки, действующие на узлы буровой лебедки.
36. Расчет коэффициента подачи скважинного штангового насоса (ШГН).
37. Расчет необходимого давления насоса при гидроразрыве пласта.
38. Определение коэффициента запаса прочности и величины допускаемого напряжения при прочностных расчетах.
39. Расчет нагрузки, действующей в точке подвеса насосных штанг станка-
40. Показатели надежности и их структура. Единичные и комплексные показатели.
41. Отказы оборудования и их характеристика.
42. Законы распределения наработки до отказа :экспоненциальный, Вейбулла, нормальный, гамма-закон и др.
43. Основные зависимости, характеризующие законы распределения, применение законов к изучению нестационарных потоков отказов. Характерные признаки законов.
44. Установление законов распределения наработки до отказа по данным выборки.
45. Проверка согласованности теоретического и статистического распределений. Критерии согласия.

**7. Учебно-методическое и информационное  
обеспечение дисциплины «Основы проектирования и расчета  
нефтегазового оборудования»**

**Основная литература**

1. Ефимченко С.И., Прыгаев А.К. Расчет и конструирование машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов. Учебник для вузов. М., РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2006.
2. Молчанов А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. Учебник для вузов. М., Альянс, 2010.
3. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Каштанов В.С. и др. Нефтегазопромысловое оборудование. Учебник для вузов. М., ЦентрЛитНефтеГаз, 2006 г.

**Дополнительная**

4. Кононов В.М., Захаров Ю.Н., Куликова И.С. Расчет прочности и надежности оборудования нефтегазовых промыслов. М., МГОУ, 2012.
5. Снарев А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа. Учебно—практическое пособие. М., Инфра—Инженерия, 2010.
6. Кононов В.М. Фонтанная и газлифтная эксплуатация скважин. Учебное пособие для вузов. М., МГОУ, 2009.
7. Справочник по добыче нефти. Под ред. К.Р. Уразакова. Справочник. М., Недра, 2000.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебным помещением с демонстрационными материалами и со средствами видеопоза учебных фильмов является аудитория № 108 .

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПроООП ВПО по направлению и профилю подготовки бакалавров 21.03.01—Нефтегазовое дело.

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета нефтегазового оборудования».

Направление подготовки – 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.Цели курса и связь с другими дисциплинами	7		0,5			10								
2.Методология и этапы конструирования. Состав конструкторской документации.	7		0,5			20								
3.Надежность оборудования.Основные показатели надежности и качества оборудования.	7		1			24								
4.Методы расчетов на прочность и надежность оборудования.	7		1	3		30								
5.Расчетные нагрузки. Методики расчетов типовогонепфтепромыслового оборудования.	7		1	5		48		+						
Итого			4	8		132		+					+	

## Приложение 1А

Структура и содержание дисциплины «Основы проектирования и расчета нефтегазового оборудования».  
Направление подготовки – 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.Цели курса и связь с другими дисциплинами	7		0,5			10								
2.Методология и этапы конструирования. Состав конструкторской документации.	7		1			20								
3.Надежность оборудования. Основные показатели надежности и качества оборудования.	7		1,5			30								
4.Методы расчетов на прочность и надежность оборудования.	7		2	3		30								
5.Расчетные нагрузки. Методики расчетов типовогонепфтепромыслового оборудования.	7		3	5		38		+						
Итого			8	8		128		+					+	