

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по научно-педагогической работе

А.Б. Бирюков

06 2019 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В20 Бурение и оборудование водозаборных скважин
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
Специализация: Технология бурения нефтяных и газовых скважин
Программа: Специалитет
Форма обучения: Очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	8, 9	8, 9
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,5 / 162	4,5 / 162
Контактная работа (час.)	74	20
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	8
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	58	114
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	9/36	9/36
Индивидуальное задание (кол./час.)	-	1/9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз., 36

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Бурение и оборудование водозаборных скважин» составлена в соответствии с учебным планом по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии, специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин» для 2019 года приёма.

Рабочая программа действительна для обучающихся 2018, 2017 годов приёма.

Составитель: Рязанов Андрей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и техники бурения скважин, доцент.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от «30» 05 2019 года № 8.

Заведующий кафедрой  (подпись) Каракозов А.А.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии.

Протокол от «30» 05 2019 года № 5.

Председатель  (подпись) Каракозов А.А.

Рабочая программа **продлена** для 2020 года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от «15» 06 2020 года № 10.

Заведующий кафедрой  (подпись) Каракозов А.А. (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от «__» ____ 201__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от «__» ____ 201__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин.

Протокол от «__» ____ 201__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Бурение и оборудование водозаборных скважин» рассматривает вопросы, связанные с бурением и оборудованием скважин на воду.

Целью преподавания дисциплины является получение студентами прочных знаний и навыков в области проектирования технологии сооружения и эксплуатации водозаборных скважин, обеспечивающих подготовку горных инженеров по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии (специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»).

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- требования к обеспечению зон санитарной охраны при сооружении и эксплуатации скважин на воду,
- особенности конструкции, порядок проектирования скважины на воду,
- буровой и вспомогательный инструмент, применяемый при сооружении гидрогеологических скважин вращательным и ударно-канатным способом бурения,
- особенности технологии сооружения скважин на воду,
- оборудование подземного водозабора,
- технологические операции при эксплуатации и ремонте скважин на воду;

уметь:

- проектировать конструкцию скважин на воду,
- производить расчет водоприемной части скважины,
- выбирать буровое оборудование и технологический инструмент,
- разрабатывать оптимальную технологию бурения скважин, в том числе вскрытия водоносных горизонтов,
- проектировать работы по эксплуатации и ремонту гидрогеологических скважин.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность выполнять работы по проектированию технологических процессов и оборудования нефтегазового производства в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-3);
- способность выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-4);
- способность осуществлять организацию работ по оперативному сопровождению технологических процессов в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-6);
- способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-7);
- способность проводить работы по выбору, диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-

8);

– способность оформлять техническую, технологическую, промышленную документацию в сфере контроля и управления работами при бурении скважин на месторождениях (ПК-10).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин в соответствии с учебным планом по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии (специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»):

- «Геология и литология»,
- «Материалы в бурении»,
- «Бурение геологоразведочных скважин»,
- «Буровое оборудование»,
- «Буровые технологические жидкости».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при последующем освоении дисциплины «Проектирование буровых работ».

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
1	Подземные водозаборы.	3 (3)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)
2	Общие сведения из гидрогеологии. Свойства подземных вод.	3 (3)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)
3	Основные требования санитарной охраны участков расположения скважин на воду. Способы бурения скважин на воду. Буровые установки для сооружения гидрогеологических скважин.	12 (10)	2 (0)	8 (0)	0 (0)	2 (10)
4	Проектирование конструкции скважин на воду при вращательном и ударно-канатном бурении.	8 (8)	2 (1)	4 (2)	0 (0)	2 (5)
5	Фильтровая водоприемная часть скважины.	6 (5)	2 (1)	2 (2)	0 (0)	2 (2)

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СРС
6	Бесфильтровая водоприемная часть скважины.	5 (5)	2 (0)	2 (0)	0 (0)	1 (5)
7	Технология вращательного бурения водозаборных скважин.	10 (8)	4 (2)	2 (4)	0 (0)	4 (2)
8	Промывочные жидкости, применяемые при сооружении скважин на воду.	3 (2)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
9	Технология ударно-канатного бурения водозаборных скважин.	12 (12)	4 (0)	6 (0)	0 (0)	2 (12)
10	Вскрытие и освоение водоносных пластов.	3 (2)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
11	Крепление и тампонирующее скважин на воду.	7 (5)	2 (0)	4 (0)	0 (0)	1 (5)
12	Оборудование гидрогеологических скважин для эксплуатации.	7 (7)	2 (0)	4 (0)	0 (0)	1 (7)
13	Виды и назначение откачек. Приборы для гидрогеологических исследований в скважинах на воду.	3 (3)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)
14	Геолого-техническая документация при сооружении скважин на воду. Организация буровых работ.	3 (3)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (3)
15	Эксплуатация и ремонт скважин на воду.	5 (5)	2 (0)	2 (0)	0 (0)	1 (5)
Индивидуальное задание		0 (9)				0 (9)
Курсовой проект		36 (36)				36 (36)
Итого по видам занятий		126	34 (4)	34 (8)	0 (0)	58 (114)
Контроль		36				
ИТОГО		162				

* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15
ПК-4	Темы 2, 3, 7, 8, 9, 13, 14
ПК-6	Темы 7, 8, 9, 14, 15
ПК-7	Темы 7, 9
ПК-8	Темы 7, 9, 10, 12
ПК-10	Тема 14

3.2 Лекции

Тема 1. Подземные водозаборы.

Содержание темы 1:

Мировой опыт использования подземных вод для водоснабжения. Положительные стороны использования подземных вод при организации водоснабжения. Групповые и одиночные подземные водозаборы.

Литература к теме 1: [2].

Тема 2. Общие сведения из гидрогеологии. Свойства подземных вод.

Содержание темы 2:

Водоносные и водоупорные горные породы. Формы их залегания.

Верховодка, грунтовые воды со свободной поверхностью, безнапорные воды, напорные межпластовые воды: условия образования, питание, использование для водоснабжения. Понятия статического и динамического напоров. Разница между уровнем и напором. Коэффициент фильтрации пород. Понятие удельного дебита. Параметры, определяющие качество подземных вод.

Предпочтение в плане использования различных видов вод.

Литература к теме 2: [2].

Тема 3. Основные требования санитарной охраны участков расположения скважин на воду. Способы бурения скважин на воду. Буровые установки для сооружения гидрогеологических скважин.

Содержание темы 3:

Первый пояс зоны санитарной охраны. Ее границы. Ограничения на деятельность в первом поясе зоны санитарной охраны. Второй пояс зоны санитарной охраны. Выявление границ зоны.

Область применения, преимущества и недостатки роторного бурения с прямой и обратной промывкой. Роторное бурение с продувкой. Пневмоударное бурение. Шнековое бурение. Ударно-канатное бурение. Установки, применяемые для сооружения водозаборных скважин вращательным способом. Общая характеристика.

Литература к теме 3: [2].

Тема 4. Проектирование конструкции скважин на воду при вращательном и ударно-канатном бурении.

Содержание темы 4:

Понятие эксплуатационного диаметра скважины. Основные обсадные колонны в конструкции скважины на воду, пройденной вращательным способом. Назначение отстойника. Варианты конструкций. Объемы цементирования обсадных колонн. Порядок проектирования конструкции скважины. Рекомендации по зазорам в скважине. Обсадные трубы для крепления скважин при вращательном бурении. Вид соединения в колонну.

Классификация пород по устойчивости применительно к ударно-канатному бурению. Способы постановки обсадных колонн при ударно-канатном бурении скважин. Понятие «выход колонны». Рекомендации по обсадным трубам. Схемы

бурения при ходовом методе спуска обсадной колонны. Рекомендуемые зазоры между диаметром скважины и муфты обсадной колонны, между внутренним диаметром обсадной колонны и диаметром долота для последующего бурения.

Литература к теме 4: [1, 2].

Тема 5. Фильтровая водоприемная часть скважины

Содержание темы 5:

Условия сооружения фильтровой водоприемной части скважины. Ее назначение. Конструкция фильтровой колонны. Технология постановки фильтровой колонны при вращательном бурении. Типы фильтров. Области их применения. Понятие скважности фильтра. Коэффициент неоднородности пород водоносного горизонта. Его влияние на размеры отверстий в фильтре. Диаметр бурения под фильтр, глубина вскрытия в зависимости от мощности водоносного пласта. Трубчатые фильтры. Каркасно-стержневые фильтры. Сетчатые фильтры. Выбор типа сетки в зависимости от пород пласта. Фильтры с проволочным покрытием и покрытием из просечного листа. Корзинчатые гравийные фильтры. Кожуховые гравийные фильтры. Блочные фильтры. Гравийные засыпные фильтры. Способы засыпки гравия. Секционные фильтры. Расчет и выбор рабочей части фильтра (длины и диаметра).

Литература к теме 5: [1, 2].

Тема 6. Бесфильтровая водоприемная часть скважины

Содержание темы 6:

Условия сооружения бесфильтровой водоприемной части скважины. Расчет бесфильтровой водоприемной части скважины. Последовательность технологических операций при сооружении бесфильтровой скважины в песках.

Литература к теме 6: [2].

Тема 7. Технология вращательного бурения водозаборных скважин.

Содержание темы 7:

Выбор технологического бурового инструмента при вращательном бурении водозаборных скважин. Бурильные трубы и их соединения, утяжеленные и ведущие трубы. Назначение и типы переводников для бурильных колонн. Спуско-подъемный инструмент: элеваторы, штропы, клинья, ключи машинные. Средства малой механизации для выполнения спуско-подъемных и монтажно-демонтажных работ. Типы, вооружение, обозначение шарошечных долот. Лопастные долота. Шарошечные и лопастные расширители. Расчет осевой нагрузки при бескерновом бурении. Конкретизация в зависимости от условий бурения. Частота вращения и подача промывочной жидкости. Особенности выбора конкретного значения режима бурения для геолого-технического проекта на бурение скважины. Особенности бурения скважин с продувкой воздухом. Осложнения и аварии. Методы борьбы с осложнениями, методы ликвидации аварий.

Литература к теме 7: [1, 2].

Тема 8. Промывочные жидкости, применяемые при сооружении скважин на

воду.

Содержание темы 8:

Возможность применения технической воды для бурения по разрезу и вскрытия водоносных пластов. Глинистые растворы. Меловые растворы. Полимерные и безглинистые растворы. Аэрированные жидкости для бурения и вскрытия водоносных горизонтов. Самораспадающиеся растворы.

Литература к теме 8: [1, 2].

Тема 9. Технология ударно-канатного бурения водозаборных скважин.

Содержание темы 9:

Схема установки ударно-канатного бурения. Типы установок. Состав бурового снаряда при ударно-канатном бурении. Устройство раздвижной штанги и канатного замка. Их назначение. Долота для ударного бурения. Рекомендуемые углы приострения. Понятие фактического относительного веса бурового снаряда. Типы желонки и область их применения. Технология желонирования скважины при ударно-канатном бурении. Связь между собой высотой сбрасывания снаряда и частота нанесения ударов. Долив воды в скважину. Понятие навески. Аварии и методы их ликвидации.

Литература к теме 9: [2].

Тема 10. Вскрытие и освоение водоносных пластов.

Содержание темы 10:

Технология вскрытия водоносных пластов. Установка фильтра гидровыводом с одновременным вскрытием пласта. Установка фильтра с одновременным вскрытием пласта с помощью эрлифта. Постановка фильтровой колонны “впотай” при ударно-канатном бурении. Расширение скважины в интервале продуктивного пласта. Инструмент для расширения скважины. Особенности промывки при расширении. Основные факторы, снижающие проницаемость водоносного пласта. Сущность гидравлических методов восстановления водоотдачи водоносного пласта. Схема реализации метода разглинизации пласта обратновсасывающей промывкой. Сущность импульсных методов восстановления водоотдачи пласта. Схема вибрационного метода восстановления водоотдачи водоносного пласта. Метод декольматации путем возбуждения гидроимпульсов с помощью прерывателя при откачке эрлифтом. Устройство и применение свабы. Химические и физико-химические методы восстановления водоотдачи пласта.

Литература к теме 10: [1, 2].

Тема 11. Крепление и тампонирующее скважин на воду.

Содержание темы 11:

Подготовительные работы перед спуском колонны обсадных труб.

Оборудование колонны обсадных труб, спускаемой в скважину на воду.

Технология спуска обсадной колонны. Область применения и схема реализации одноступенчатого цементирования обсадных колонн с помощью двух разделительных пробок. Область применения и схема реализации двухступенчатого цементирования обсадных колонн. Манжетное

цементирование обсадных колонн. Цементирование хвостовиков. Оборудование для цементирования. Ликвидационное тампонирование скважин на воду.

Литература к теме 11: [1, 2].

Тема 12. Оборудование гидрогеологических скважин для эксплуатации.

Содержание темы 12:

Назначение временных и постоянных откачных средств. Основные параметры в характеристике водоподъемных средств. Поверхностные центробежные насосы. Поршневые штанговые насосы. Погружные центробежные насосы типа АТН. Погружные центробежные насосы типа ЭЦВ. Винтовые насосы. Водоструйные насосы. Использование эрлифта для проведения откачки жидкости из скважины.

Литература к теме 12: [1, 2].

Тема 13. Виды и назначение откачек. Приборы для гидрогеологических исследований в скважинах на воду.

Содержание темы 13:

Назначение и виды откачек жидкости из скважины. Наблюдения, выполняемые при откачках. Приборы для измерения уровня и температуры воды в скважинах. Методы и приборы, которыми измеряют дебит скважины (устройство, принцип работы, точность измерения).

Литература к теме 13: [1, 2].

Тема 14. Геолого-техническая документация при сооружении скважин на воду. Организация буровых работ.

Содержание темы 14:

Документы, служащие основанием для разработки проекта на сооружение гидрогеологической скважины. Состав и содержание проекта на сооружение скважины. Документы, оформляемые в процессе сооружения скважины и при передаче ее заказчику. Организация работ при бурении скважин на воду.

Литература к теме 14: [2].

Тема 15. Эксплуатация и ремонт скважин на воду.

Содержание темы 15:

Факторы, определяющие срок эксплуатации водозаборных скважин. Признаки и возможные причины неисправности скважин. Причины и характерные примеры неудовлетворительной работы водозаборных скважин. Текущий и капитальный ремонт скважин. Ремонтные мероприятия. Переоборудование фильтровых скважин в бесфильтровые. Организация и планирование работ по ремонту скважин.

Литература к теме 15: [1, 2].

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Изучение буровой установки УРБ-3АМ.	2 (0)	[2]
2	Изучение буровой установки 1БА-15В.	2 (0)	[2]
3	Изучение буровой сустановки УБВ-600.	2 (0)	[2]
4	Изучение буровой установки УШ-2Т.	2 (0)	[2]
5	Проектирование конструкции скважины на воду при бурении вращательным способом.	2 (2)	[1, 2]
6	Выбор и расчет фильтра для водозаборной скважины.	2 (2)	[1, 2]
7	Разработка безфильтровой водоприемной части скважины.	2 (0)	[2]
8	Проектирование технологии вращательного бурения скважины на воду.	2 (4)	[1, 2]
9	Проектирование конструкции скважины на воду при ударно-канатном бурении.	2 (0)	[2]
10	Разработка технологического режима ударно-канатного бурения скважины на воду.	6 (0)	[2]
11	Изучение обсадных колонн для крепления водозаборных скважин. Расчет обсадной колонны.	2 (0)	[1, 2]
12	Изучение технологии тампонирувания водозаборных скважин. Расчет объема тампонажного раствора.	2 (0)	[1, 2]
13	Изучение эрлифтных установок для откачки жидкости из скважин. Расчет эрлифта и выбор компрессора.	4 (0)	[1, 2]
14	Изучение оборудования и инструмента для аварийных и ремонтных работ водозаборных скважин.	2 (0)	[1, 2]
ИТОГО:		34 (8)	

*- в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	16 (61)
2	Подготовка к практическим занятиям	6 (8)
3	Выполнение курсового проекта	36 (36)
4	Выполнение индивидуального задания	0 (9)
ИТОГО:		58 (114)

*- в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

3.5 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсового проекта.**

Тематика курсового проектирования связана с разработкой проекта на бурение разведочно-эксплуатационной скважины в конкретных горно- и гидрогеологических условиях. Разработка проекта ведется на основании задания, которое выдается преподавателем. Задание включает: геологический разрез участка работ, характеристику породы водоносного горизонта

(гранулометрический состав), прогнозируемые статический и динамический уровни, проектный дебит скважины.

Проект должен содержать выбор оборудования, инструмента, параметров режима бурения, описание специальных видов работ и исследований, составляющих комплекс работ по сооружению водозаборной скважины. В проекте определяются также сроки бурения, потребность в инструменте и материалах, разрабатываются организационные мероприятия. Проектные решения должны иметь обоснование.

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных средств и технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы.

Все основные положения проекта отражаются в геолого-техническом проекте (ГТП) на бурение скважины (графическое приложение).

Проект имеет для всех студентов одинаковое типовое по форме и методике разработки содержание.

Объем курсового проекта – не более 40 страниц сброшюрованного рукописного или машинописного текста формата А4.

Для студентов заочной формы обучения предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**.

Тематика задания связана с разработкой технологической части геолого-технического проекта на бурение водозаборной скважины вращательным способом. Цель – освоение методики проектирования технологии бурения и оборудования скважины на воду для конкретных условий.

Составление ГТП – важнейшая часть курсового и дипломного проектирования. Отчёт о работе состоит из текстовой части на листах формата А4 и собственно ГТП, для оформления которого необходимо использовать лист миллиметровой бумаги формата А3. Допускается выполнение ГТП с применением компьютерных графических программ. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 6 страниц рукописного или машинописного текста формата А4.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Мировой опыт использования подземных вод для водоснабжения.
2. Почему для организации водоснабжения предпочтительно использование подземных вод?
3. Групповые и одиночные подземные водозаборы.
4. Классификация гидрогеологических скважин по целевому назначению, виды проводимых исследований и работ.
5. Особенности конструкции поисково-картировочных скважин на воду.
6. Особенности конструкции разведочных скважин на воду.
7. Особенности конструкции наблюдательных скважин.
8. В каких породах могут содержаться подземные воды? Примеры водоупорных пород.
9. Формы залегания водоносных и водоупорных пород.
10. Верховодка (условия образования, питание, использование для водоснабжения).
11. Грунтовые воды со свободной поверхностью (условия образования, питание, использование для водоснабжения).
12. Безнапорные воды (условия залегания, проявление при вскрытии, использование для водоснабжения).
13. Напорные межпластовые воды (условия образования, питание, использование для водоснабжения).
14. Понятия статического и динамического напоров. Разница между уровнем и напором.
15. Что характеризует коэффициент фильтрации пород? Единица измерения.
16. Понятие удельного дебита. Единица измерения. От чего он зависит?
17. Какие параметры регламентируются при оценке качества подземных вод? Предпочтение в плане использования различных видов вод.
18. Что понимают под зоной санитарной охраны участка расположения скважин на воду?
19. Первый пояс зоны санитарной охраны. Ее границы.

20. Какие ограничения накладываются на деятельность в первом поясе зоны санитарной охраны?
21. Второй пояс зоны санитарной охраны. Выявление границ зоны.
22. Область применения, преимущества и недостатки роторного бурения с прямой промывкой.
23. Область применения, преимущества и недостатки роторного бурения с обратной промывкой.
24. Область применения, преимущества и недостатки роторного бурения с продувкой.
25. Область применения, преимущества и недостатки пневмоударного бурения.
26. Область применения, преимущества и недостатки шнекового бурения.
27. Область применения, преимущества и недостатки ударно-канатного бурения.
28. Что понимают под эксплуатационным диаметром скважины?
29. Основные обсадные колонны в конструкции скважин на воду.
30. В каком объеме выполняется цементирование обсадных колонн гидрогеологической скважины?
31. Что понимают под установкой фильтра «впотай»? Преимущества подобного решения.
32. Назначение отстойника. Как и на какую глубину сооружается?
33. По каким параметрам выбирают водоподъемник?
34. Порядок проектирования конструкции скважины на воду. Рекомендации по зазорам в скважине.
35. Стальные обсадные трубы для крепления скважин при вращательном бурении. Вид соединения в колонну.
36. Какие обсадные трубы кроме стальных могут применяться для крепления гидрогеологических скважин? Их преимущества и недостатки.
37. Классификация пород по устойчивости применительно к ударно-канатному бурению.
38. Способы постановки обсадных колонн при ударно-канатном бурении скважин. Область применения.
39. Что такое «выход колонны»? От чего он зависит?
40. Какие обсадные трубы рекомендуется применять в скважинах при ударно-канатном бурении?
41. Как производится бурение при ходовом методе спуска обсадной колонны?
42. Рекомендуемые зазоры между диаметром скважины и муфты обсадной колонны, между внутренним диаметром обсадной колонны и диаметром долота для последующего бурения?
43. Как выполняется постановка фильтровой колонны «впотай» при ударно-канатном бурении?
44. В каких условиях возникает необходимость сооружения фильтровой водоприемной части скважины? Ее назначение.
45. Конструкция фильтровой колонны.
46. Технология постановки фильтровой колонны?
47. Типы фильтров. Области их применения.
48. Что понимают под скважностью фильтра?
49. Коэффициент неоднородности пород водоносного горизонта. Его влияние на размеры отверстий в фильтре.
50. Диаметр бурения под фильтр, глубина вскрытия в зависимости от мощности водоносного пласта.
51. Трубчатые фильтры.
52. Каркасно-стержневые фильтры.
53. Сетчатые фильтры. Выбор типа сетки в зависимости от пород пласта.
54. Фильтры с проволочным покрытием и покрытием из просечного листа.
55. Корзинчатые гравийные фильтры.
56. Кожуховые гравийные фильтры.
57. Блочные фильтры.

58. Гравийные засыпные фильтры. Способы засыпки гравия.
59. Секционные фильтры. В каких условиях применяются?
60. Расчет и выбор рабочей части фильтра (длины и диаметра).
61. Установка фильтра гидровывом с одновременным вскрытием пласта.
62. Установка фильтра с одновременным вскрытием пласта с помощью эрлифта.
63. В каких условиях целесообразно сооружать бесфильтровую водоприемную часть скважины?
64. Особенности технологии вскрытия водоносного горизонта в крепких породах.
65. Как определяется глубина вскрытия водоносного горизонта при сооружении бесфильтровой скважины в крепких породах?
66. В чем состоит эффективность сооружения бесфильтровой скважины в песках?
67. Какие цели преследует расчет бесфильтровой водоприемной части скважины, сооружаемой в песках.
68. Каким образом на практике можно определить, достигнут или нет требуемый диаметр каверны при сооружении бесфильтровой водоприемной части скважины?
69. Технологическая последовательность при сооружении бесфильтровой скважины в песках.
70. Какие установки вращательного бурения применяются для сооружения скважин на воду? Перечислите типы, конкретизируйте область применения.
71. Принцип выбора установок для бурения скважин на воду. Типы насосов в комплектации установок.
72. Бурильные трубы и их соединения, утяжеленные и ведущие трубы в установках роторного бурения.
73. Назначение и типы переводников для бурильных колонн в установках роторного бурения.
74. Спуско-подъемный инструмент: элеваторы, штропы, клинья, ключи машинные (вид и назначение).
75. Какие средства малой механизации для выполнения спуско-подъемных и монтажно-демонтажных работ применяются в установках роторного бурения?
76. Типы, вооружение, обозначение шарошечных долот.
77. Особенности конструкций корпусных и секционных шарошечных долот. С какого диаметра выпускаются корпусные долота?
78. Лопастные долота (область применения, особенности конструкций).
79. Шарошечные и лопастные расширители (конструктивное исполнение и с какой целью используются).
80. Расчет осевой нагрузки при бескерновом бурении. Удельные значения. Конкретизация в зависимости от условий бурения.
81. Из каких соображений подбирается диаметр и длина колонны УБТ?
82. Частота вращения и подача промывочной жидкости при бескерновом бурении. Особенности выбора конкретного значения.
83. Оцените возможность применения технической воды для бурения по разрезу и вскрытия водоносных пластов.
84. Оцените возможность применения глинистых растворов для бурения по разрезу и вскрытия водоносных пластов.
85. Охарактеризуйте меловые растворы с точки зрения возможности их использования для бурения и вскрытия водоносных пластов.
86. Охарактеризуйте полимерные и безглинистые растворы с точки зрения возможности их использования для бурения и вскрытия водоносных пластов.
87. Охарактеризуйте азрированные для бурения и вскрытия водоносных пластов.
88. Применение самораспадающихся растворов для вскрытия водоносных пластов.
89. Сущность гидравлических методов восстановления водоотдачи водоносного пласта.
90. Схема реализации метода разглинизации пласта обратновсасывающей промывкой.
91. Сущность импульсных методов восстановления водоотдачи пласта.

92. Схема вибрационного метода восстановления водоотдачи водоносного пласта.
93. Метод декольматации путем возбуждения гидроимпульсов с помощью прерывателя при откачке эрлифтом.
94. Устройство сваба. В каких пластах применение сваба может дать положительный эффект?
95. Химические и физико-химические методы восстановления водоотдачи пласта.
96. Подготовительные работы перед спуском колонны обсадных труб.
97. Оборудование колонны обсадных труб, спускаемой в скважину на воду.
98. Технология спуска обсадной колонны.
99. Область применения и схема реализации одноступенчатого цементирования обсадных колонн с помощью двух разделительных пробок.
100. Область применения и схема реализации двухступенчатого цементирования обсадных колонн.
101. Манжетное цементирование обсадных колонн.
102. Цементирование хвостовиков.
103. Оборудование для цементирования.
104. Ликвидационное тампонирующее скважин на воду.
105. Схема установки ударно-канатного бурения. Типы установок.
106. Состав бурового снаряда при ударно-канатном бурении.
107. Устройство раздвижной штанги и канатного замка. Их назначение.
108. Долота для ударного бурения. В каких породах применяются? Рекомендуемые углы приострения.
109. В каких условиях возможно бурение стаканом? Что он из себя представляет?
110. Как определяется фактический относительный вес бурового снаряда? С какой целью?
111. Типы желонки и область их применения.
112. Технология желонирования скважины при ударно-канатном бурении.
113. Как связаны между собой высота сбрасывания снаряда и частота нанесения ударов? Как определяется предельно допустимая высота сбрасывания бурового снаряда?
114. С какой целью подливается вода в скважину при ударно-канатном бурении? Когда долив воды не производят.
115. Что такое навеска? Как и для чего она подбирается?
116. Назначение временных и постоянных откачных средств. Основные параметры в характеристике водоподъемных средств, на которые обращают внимание при их выборе.
117. Поверхностные центробежные насосы: область применения и устройство.
118. Поршневые штанговые насосы: область применения их разновидности.
119. Погружные центробежные насосы типа АТН: область применения и устройство.
120. Погружные центробежные насосы типа ЭЦВ: область применения и устройство.
121. Винтовые насосы: область применения и устройство.
122. Водоструйные насосы: область применения и устройство.
123. Использование эрлифта для проведения откачки жидкости из скважины.
124. Назначение и виды откачек жидкости из скважины.
125. Наблюдения, выполняемые при откачках.
126. Приборы для измерения уровня и температуры воды в скважинах.
127. Методы и приборы, которыми измеряют дебит скважины (устройство, принцип работы, точность измерения).
128. Документы, служащие основанием для разработки проекта на сооружение гидрогеологической скважины.
129. Состав и содержание проекта на сооружение скважины.
130. Документы, оформляемые в процессе сооружения скважины и при передаче ее заказчику.
131. Организация работ при бурении скважин на воду.
132. Факторы, определяющие срок эксплуатации водозаборных скважин.
133. Признаки и возможные причины неисправности скважин.

134. Причины и характерные примеры неудовлетворительной работы водозаборных скважин.
135. Ремонтные мероприятия при текущем и капитальном ремонте скважин.
136. Переоборудование фильтровых скважин в бесфильтровые.
137. Организация и планирование работ по ремонту скважин.

4.3 Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования: специалитет

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Специализация: Технология бурения нефтяных и газовых скважин

Семестр 8

Учебная дисциплина: Бурение и оборудование водозаборных скважин

БИЛЕТ № 1

1. Почему для организации водоснабжения предпочтительно использование подземных вод?
2. Первый пояс зоны санитарной охраны. Его границы.
3. Как выполняется постановка фильтровой колонны «впотай» при ударно-канатном бурении?
4. Секционные фильтры. В каких условиях применяются?
5. Установка фильтра гидровывом с одновременным вскрытием пласта.
6. Принцип выбора установок для вращательного бурения скважин на воду. Типы насосов в комплектации установок.
7. Оцените возможность применения глинистых растворов для бурения по разрезу и вскрытия водоносных пластов.
8. Оборудование колонны обсадных труб, спускаемой в скважину на воду.
9. Как определяется фактический относительный вес бурового снаряда при ударно-канатном бурении? С какой целью?
10. Назначение и виды откачек жидкости из скважины.

Утверждено на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин,
протокол № ___ от __.__.20__ г.

Зав. кафедрой _____ Каракозов А.А. Экзаменатор _____ Рязанов А.Н.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Бурение и оборудование водозаборных скважин»
для обучающихся по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
(специализация «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 10 вопросов, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой.

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе практических занятий.

Правильный ответ на вопрос оценивается в десять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и выводится результирующая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры технологии и техники бурения скважин,

протокол № ____ от _____.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Каракозов А.А.

4.4 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения обучающимся дисциплины «Бурение и оборудование водозаборных скважин» производится в ходе промежуточной (семестровой) аттестации по результатам сдачи экзамена. Выполнение студентом очной формы обучения заданий на практических занятиях, студентом заочной формы обучения контрольной работы, их положительное оценивание преподавателем является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Экзаменационный билет содержит 10 вопросов, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой. Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе практических занятий.

Правильный ответ на вопрос оценивается в десять баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и выводится результирующая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.5 Пример текущего опроса на практических занятиях

На примере темы «Проектирование конструкции скважины на воду при вращательном бурении»:

1. Что понимают под эксплуатационным диаметром скважины?
2. Основные обсадные колонны в конструкции скважин на воду.
3. В каком объеме выполняется цементирование обсадных колонн гидрогеологической скважины?
4. Что понимают под установкой фильтра «впотай»? Преимущества

подобной фильтровой колонны?

5. По каким показателям выбирают водоподъемник?
6. Назначение отстойника. Варианты его исполнения.

4.6 Курсовое проектирование

Согласно учебному плану по дисциплине «Бурение и оборудование водозаборных скважин» предусмотрено выполнение курсового проекта. Тематика курсового проектирования связана с разработкой проекта на бурение разведочно-эксплуатационной скважины в конкретных горно- и гидрогеологических условиях. Разработка проекта ведется на основании задания, которое выдается преподавателем. Задание включает: геологический разрез участка работ, характеристику породы водоносного горизонта (гранулометрический состав), прогнозируемые статический и динамический уровни, проектный дебит скважины.

Проект должен содержать выбор оборудования, инструмента, параметров режима бурения, описание специальных видов работ и исследований, составляющих комплекс работ по сооружению водозаборной скважины. В проекте определяются также сроки бурения, потребность в инструменте и материалах, разрабатываются организационные мероприятия. Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных средств и технологии. Все проектные решения должны быть обоснованы.

Все основные положения проекта отражаются в геолого-техническом проекте (ГТП) на бурение скважины (графическое приложение).

При оценивании результатов курсового проектирования руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Геолого- и гидрогеологическая характеристика участка работ	5
2	Выбор водоподъемного средства	10
3	Выбор конструкции скважины	20
4	Выбор бурового оборудования и инструмента	15
5	Проектирование технологии бурения скважины	30
6	Проектирование специальных работ в скважине	10
7	Проектирование организации, управления и ТЭП работ	10
ИТОГО:		100

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

– правильное и обоснованное (аргументированное) проектное решение с использованием прогрессивных технологий, современного оборудования и инструмента, грамотное применение методики расчёта – максимально возможное количество баллов;

– правильное проектное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по выбору оборудования, инструмента, приведенному расчёту и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

– неверное проектное решение, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсового проектирования определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена по результатам защиты обучающимся курсового проекта перед комиссией из числа преподавателей кафедры.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Пилипец, В.И. Добыча полезных ископаемых через скважины [Электронный ресурс]: перевод с украинского : учебник для вузов / В. И. Пилипец; В.И. Пилипец. - 363 Мб. - Донецк : Донбасс, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор. - ISBN 978-617-638-057-3. <http://ed.donntu.org/books/cd4078.zip> .

II Дополнительная литература

2. Бронников, И.Д. Проектирование скважин на воду [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Д. Бронников, В.В. Куликов - М.: МГРИ-РГГРУ, 2013. – 96 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - ISBN 978-96574-0-9. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9915.pdf> .

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

1. Методические указания к выполнению работ по дисциплине «Бурение и оборудование водозаборных скважин»: для обучающихся по специальности

21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технол. и техники бурения скважин; сост. А. Н. Рязанов. – Донецк: ДОННТУ, 2016 (доступ через личный кабинет студента).

2. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Бурение и оборудование водозаборных скважин»: для обучающихся по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. технол. и техники бурения скважин; сост.: А. Н. Рязанов, Л. В. Тарарыева. – Донецк: ДОННТУ, 2016 (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория № 11.304 учебный корпус 11, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (с возможностью подключения к сети «Интернет»). Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: Стационарный компьютер на базе Intel Celeron 3.0 Ghz – 1 шт., демонстрационные стенды и плакаты. Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4 (лицензия GNU GPL), Scilab 6.0.0 (GNU GPL); GNU Octave 4.2.0 (GNU GPL); Maxima 5.39.0 (GNU GPL); FreeCAD 0.16 (GNU LGPL); Lazarus 1.6.2 (GNU LGPL); OpenFOAM 4.1 (GNU GPL); SALOME 7.4.0 (GNU LGPL); КОМПАС 3D LT V12 (некоммерческая версия). Мультимедийное оборудование: ноутбук (операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4), мультимедийный проектор, экран.

7.2 Практические занятия:

Учебная лаборатория № 3.002 учебный корпус 3 – лаборатория промывочных жидкостей и тампонажных смесей (с возможностью подключения к сети «Интернет») для проведения практических занятий. Мультимедийное оборудование: ноутбук (операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4), мультимедийный проектор, экран, стационарный компьютер на базе AMD K6. Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, лабораторные столы. Оборудование: Глиномешалка вертикальная; Лаборатория глинистых растворов ЛГР-3 (6 шт.); Вискозиметр ВСН-3; Прибор СНС-2 (8 шт.); Прибор Игла Вика (8 шт.); Конус АзНИИ (5 шт.); рН-метр; Прибор для измерения водоотдачи и содержания газа ВГ-1М; Прибор для определения свободного набухания глин ПНГ-1; Прибор для определения угла откоса песков УВТ-3М; Балансирный конус Васильева (КБВ); Весы циферблатные; Комплекс для тампонирувания скважин КСТ; Пакер ДАУ-1; Пакер механический; Стенд для исследования притока и поглощения жидкости по результатам расходомерии; Тампонажные пробки (3 шт.); Гидроциклон АОР-2 (2 шт.); Фильтры щелевой и сетчатый. Демонстрационные стенды и комплекты плакатов.

Учебная аудитория № 11.301 учебный корпус 11, для самостоятельной работы, курсового проектирования (с возможностью подключения к сети «Интернет»). Специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы. Оборудование: Стационарные компьютеры: на базе Core i3 – 1 шт., на базе Intel Celeron – 1 шт., МФУ: HP LJ M1005 MFP и Canon MF 4018. Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4 (лицензия GNU GPL), ProjectLibre (CPAL), Scilab 6.0.0 (GNU GPL); GNU Octave 4.2.0 (GNU GPL); Maxima 5.39.0 (GNU GPL); FreeCAD 0.16 (GNU LGPL); Lazarus 1.6.2 (GNU LGPL); OpenFOAM 4.1 (GNU GPL); SALOME 7.4.0 (GNU LGPL); КОМПАС 3D LT V12 (некоммерческая версия). Мультимедийное оборудование: ноутбук (операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4) мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.

Составитель рабочей программы:



(подпись)

Рязанов А.Н.