

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Двойников М.В.

**Проректор по образовательной
деятельности**
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОТЕХНИКА

Уровень высшего образования:	<i>Специалитет</i>
Специальность:	<i>21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии</i>
Направленность (профиль):	<i>Технология бурения нефтяных и газовых скважин</i>
Квалификация выпускника:	<i>Горный инженер (специалист)</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составитель:	<i>ассистент Чуркин И.С.</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России № 27 от 11 января 2018 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии», направленность (профиль) «Технология бурения нефтяных и газовых скважин».

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., асс. Чуркин И.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики от 27.01.2022 г., протокол №8.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н. проф. Лебедев В.А.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- изучение основных законов технической термодинамики, теории тепломассообмена, теплофизических процессов в горных массивах;

- освоение методик расчета тепловых процессов при профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ теплотехники и теплоэнергетики;

- овладение методами выполнения тепловых расчетов, необходимых при шахтном и подземном строительстве с использованием полученных знаний и навыков при реализации заявленных видов деятельности;

- приобретение навыков практического применения полученных знаний и способностей для самостоятельной работы;

- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных знаний и навыков в области маркшейдерского дела.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теплотехника» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии», направленность (профиль) «Технология бурения нефтяных и газовых скважин» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплотехника» являются «Физика» и «Химия».

Дисциплина «Теплотехника» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физика пласта», «Разработка нефтяных и газовых месторождений», «Геофизические методы исследования скважин».

Особенностью дисциплины является то, что большое внимание уделено систематизации ранее полученных знаний по термодинамике и теплообмену и их комплексному применению для расчета теплотехнических устройств и процессов. В учебном процессе применяются современные технологии и методики обучения, развивающие аналитические способности, практические умения и навыки у обучающихся.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	ОПК-1	ОПК-1.1. использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля ОПК-1.2. использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен пользоваться программными комплексами, как средством управления и контроля, сопровождения технологических процессов на всех стадиях разработки месторождений углеводородов и сопутствующих процессов	ОПК-2	ОПК-2.5. использует знания о составах и свойствах нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	ОПК-5	ОПК-5.1. сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-5.2. обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Теплотехника» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия, в том числе:	68	68
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	40	40
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	34	34
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	6	6
Вид промежуточной аттестации – дифф.зачет	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1. Основы термодинамики	39	10	14	-	15
2.	Раздел 2. Основы теплообмена	37	10	12	-	15
3.	Раздел 3. Теплообменные аппараты	22	4	8	-	10
4.	Раздел 4. Теплофизические процессы в горных выработках	10	10	-	-	-
Итого:		108	34	34	-	40

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Основы термодинамики	Основные понятия и параметры состояния газа. Уравнение состояния идеального газа. Теплоемкость газов. Смеси идеальных газов, определение их состава и теплоемкости. Первый закон термодинамики. Термодинамические газовые процессы идеального газа. Второй закон термодинамики. Реальные газы и их свойства. Водяной пар и основные процессы водяного пара. Термодинамика газового потока.	10
2	Основы теплообмена	Основные понятия и законы теории теплообмена. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенки. Теплообмен при свободной и вынужденной конвекции и фазовых превращениях. Теплообмен излучением. Процессы сложного теплообмена.	10
3	Теплообменные аппараты	Классификация теплообменных аппаратов. Основы теплового расчета ТОА рекуперативного и регенеративного типов. Конструктивный и поверочный расчет.	4
4	Теплофизические процессы в горных выработках	Классификация тепловых режимов в горных выработках. Влияние тепловых процессов на эффективность горных работ и безопасность. Особенности протекания тепловых процессов в глубоких шахтах и в криолитозоне. Способы и средства регулирования теплового режим в выработках. Методы прогноза и оценки теплового режима. Тепловой режим скважин. Термические способы бурения скважин.	10
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Расчет параметров состояния идеального газа и характеристик термодинамических процессов.	4
2	Раздел 1	Расчет параметров газа и характеристик циклов тепловых двигателей.	4
3	Раздел 1	Расчет параметров состояния и характеристик циклов реальных газов.	6
4	Раздел 2	Расчет теплопроводности.	4
5	Раздел 2	Расчет конвективного теплообмена.	4
6	Раздел 2	Расчет теплообмена излучением.	4
7	Раздел 3	Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.	8
		Итого	34

4.2.4. Лабораторные работы:

Не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Основы термодинамики

1. Термодинамическая система, ее взаимодействие с окружающей средой; параметры состояния рабочего тела.
2. Основные законы идеальных газов.
3. Термическое уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная, газовая постоянная данного газа.
4. Смеси идеальных газов, определение их состава и теплоемкости смеси.
5. Теплоемкость идеальных газов. Теплоемкости C_p и C_v , связь между ними и зависимость теплоемкости от температуры.
6. 1-й закон термодинамики: формулировки, аналитическое выражение применительно к термическим процессам.
7. Функции состояний рабочего тела: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, их изменение в процессах идеального газа.
8. Основные термодинамические процессы идеальных газов в P-V и T-S диаграммах.
9. 2-ой закон термодинамики. Аналитическое выражение этого закона. Обратимый и необратимый процессы. Объединенное уравнение 1-го и 2-го законов термодинамики.
10. Парообразование в диаграммах P-V и T-S, пограничные кривые, степень сухости и влажность пара. Критическая точка для воды.
11. Основные процессы водяного пара в диаграмме T-S.
12. Влажный воздух. Относительная влажность воздуха. Влагосодержание и энтальпия влажного воздуха, диаграмма h-d. Температура точки росы.
13. Уравнение 1-го закона термодинамики для потока рабочего тела в тепловой форме. Располагаемая работа. Температура адиабатического торможения потока.
14. Прямой цикл Карно, его термический КПД. Теорема Карно.
15. Циклы тепловых двигателей: изображение в диаграммах P-V и T-S, термический КПД.

Раздел 2. Основы теплообмена

1. Основные способы переноса теплоты.
2. Закон Фурье.
3. Что называется конвективным теплообменом, конвективной теплоотдачей, теплопередачей и конвективным массообменом?
4. Чем отличается распределение температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
5. Способы интенсификации процессов теплопередачи.
6. Закон конвективной теплоотдачи.
7. Факторы, влияющие на величину коэффициента теплоотдачи.
8. Особенности теплообмена при свободном движении жидкости в ограниченном объеме.
9. Как влияет режим течения жидкости на теплоотдачу при вынужденном движении в каналах и при внешнем обтекании тел?
10. Влияние на теплоотдачу взаимного расположения труб в пучках.
11. Сущность и виды конденсации.
12. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи при конденсации.
13. Сущность и режимы кипения.
14. Кризис теплоотдачи.
15. Укажите факторы, влияющие на процесс кипения жидкостей, движущихся внутри трубы и на канале.
16. Сущность и виды фазового перехода.
17. Уравнение баланса для лучистого теплообмена.
18. Сформулируйте закон интегрального излучения Стефана-Больцмана.

19. Дайте определение степени черноты тела.
20. Сформулируйте физическую сущность сложного теплообмена.

Раздел 3. Теплообменные аппараты

1. Типы теплообменных аппаратов.
2. Основные расчетные уравнения рекуперативных теплообменных аппаратов.
3. Проведите сравнение прямоточных и противоточных аппаратов.
4. Как учитываются тепловые потери в теплообменных аппаратах?
5. Укажите особенности двух видов теплового расчета аппаратов: конструкторского и поверочного.
6. Что такое среднеарифметический Δt_a и среднелогарифмический Δt температурные напоры?
7. При каких условиях возможна замена среднеарифметического Δt_a на среднелогарифмический Δt без значительной погрешности в расчетах?

Раздел 4. Теплофизические процессы в горных выработках

1. Классификация тепловых режимов в горных выработках.
2. Влияние тепловых процессов на эффективность горных работ и безопасность.
3. Особенности протекания тепловых процессов в глубоких шахтах и в криолитозоне.
4. Способы и средства регулирования теплового режим в выработках.
5. Методы прогноза и оценки теплового режима.
6. Тепловой режим скважин.
7. Термические способы бурения скважин.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к дифф. зачету (по дисциплине):

1. Основные законы идеальных газов. Следствие из закона Авогадро.
2. Термическое уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная, газовая постоянная данного газа.
3. Смеси идеальных газов, определение их состава и теплоемкости смеси.
4. Теплоемкость идеальных газов. Теплоемкости C_p и C_v , связь между ними и зависимость теплоемкости от температуры.
5. 1-й закон термодинамики: формулировки, аналитическое выражение применительно к термическим процессам.
6. Функции состояний рабочего тела: внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, их изменение в процессах идеального газа.
7. Дифференциальные уравнения термодинамики: уравнения внутренней энергии, энтальпии и теплоты.
8. Основные термодинамические процессы идеальных газов в P-V и T-S диаграммах.
9. Политропные процессы идеального газа. Изображение их в диаграммах P-V и T-S. Определение показателя политропы.
10. 2-ой закон термодинамики. Аналитическое выражение этого закона. Обратимый и необратимый процессы. Объединенное уравнение 1-го и 2-го законов термодинамики.
11. Парообразование в диаграммах P-V и T-S, пограничные кривые, степень сухости и влажность пара. Критическая точка для воды.
12. Основные процессы водяного пара в диаграмме T-S.
13. Влажный воздух. Относительная влажность воздуха. Влагосодержание и энтальпия влажного воздуха, диаграмма h-d. Температура точки росы.
14. Уравнение 1-го закона термодинамики для потока рабочего тела в тепловой форме. Располагаемая работа. Температура адиабатического торможения потока.
15. Изобразите индикаторную диаграмму одноступенчатого поршневого компрессора в координатах P-V и T-S.
16. Прямой цикл Карно, его термический КПД. Теорема Карно.
17. Цикл дизельного двигателя: работа дизеля, изображение в диаграммах P-V и T-S, термический КПД.

18. Цикл карбюраторного бензинового двигателя: работа двигателя, изображение в диаграммах $P-V$ и $T-S$, термический КПД.
19. Основные способы переноса теплоты.
20. Закон Фурье.
21. Показатели процесса теплопроводности.
22. Законы Ньютона и Ньютона-Рихмана.
23. Конвективный теплообмен, конвективная теплоотдача, теплопередача и конвективный массообмен.
24. Способы интенсификации процессов теплопередачи.
25. Закон конвективной теплоотдачи.
26. Факторы, влияющие на величину коэффициента теплоотдачи.
27. Теплоотдача при вынужденном движении в каналах и при внешнем обтекании тел.
28. Сущность и виды конденсации.
29. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи при конденсации.
30. Сущность и режимы кипения.
31. Плотность теплового потока и коэффициент теплоотдачи при критическом режиме кипения.
32. Сущность и виды фазового перехода.
33. Теплообмен излучением и основные критерии подобия.
34. Уравнение баланса для лучистого теплообмена.
35. Закон интегрального излучения Стефана-Больцмана.
36. Физическая сущность сложного теплообмена.
37. Классификация теплообменных аппаратов.
38. Основные расчетные уравнения рекуперативных теплообменных аппаратов.
39. Классификация тепловых режимов в горных выработках.
40. Влияние тепловых процессов на эффективность горных работ и безопасность.
41. Особенности протекания тепловых процессов в глубоких шахтах и в криолитозоне.
42. Способы и средства регулирования теплового режим в выработках.
43. Методы прогноза и оценки теплового режима.
44. Тепловой режим скважин.
45. Термические способы бурения скважин.

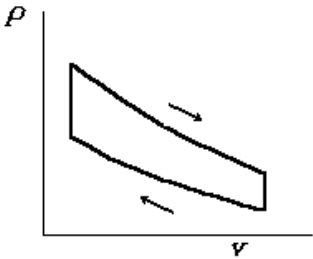
6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Избыточное давление в технике измеряется ...	1. Тягомером 2. Силомером 3. Тонометром 4. Манометром
2	Уравнение Клапейрона имеет вид ...	1. $pV=RT$ 2. $vR = pT$ 3. $Rp = vT$ 4. $Rt = pv$
3	Теплоемкость равна ...	1. Теплоте, необходимой для нагрева тела на два градуса 2. Теплоте, необходимой для нагрева тела на пять градусов 3. Теплоте, необходимой для нагрева тела на десять градусов 4. Теплоте, необходимой для нагрева тела на один градус
4	Формула Майера имеет вид...	1. $R = c_v - c_p$ 2. $R = c_p + c_v$ 3. $R = c_p - c_v$ 4. $c_p = c_v - R$
5	Закону Бойля - Мариотта соответствует соотношение:	1. $p_1/p_2 = v_2/v_1$ 2. $p_1/p_2 = T_1/T_2$ 3. $p_1/p_2 = v_1/v_2$ 4. $v_1/v_2 = T_1/T_2$
6	1-й закон термодинамики имеет всеобщий характер (т.е. проявляется без исключений) и называется ...	1. Законом сохранения и превращения энергии 2. Законом превращения теплоты в работу 3. Законом сохранения теплоты 4. Законом превращения работы в теплоту
7	К формам передачи энергии относятся ...	1. Работа и торможение 2. Нагрев и охлаждение 3. Разогрев и пуск 4. Теплота и работа
8	Адиабатный процесс происходит ...	1. При постоянном давлении 2. При постоянном объеме 3. При постоянной работе 4. Без подвода и отвода теплоты
9	Коэффициент теплопроводности λ характеризует...	1. Способность тела выравнять температуру 2. Скорость изменения температуры в теле 3. Способность тела проводить теплоту 4. Меру тепловой инерционности тела
10	Какие вещества из перечисленных имеют наименьший коэффициент теплопроводности?	1. Металлы 2. Жидкости 3. Теплоизоляторы 4. Газы

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11	По какому закону изменяется температура по толщине плоской стенки?	1. Параболическому 2. Линейному 3. Логарифмическому 4. Гиперболическому
12	Укажите физический смысл коэффициента теплоотдачи α .	1. Способность тела проводить теплоту 2. Интенсивность теплообмена между поверхностью и омывающей средой 3. Способность выравнять температуру 4. Скорость изменения температуры
13	Каким выражением определяется полный тепловой поток (закон Ньютона-Рихмана) в процессах конвективного теплообмена?	1. $\alpha F(t_{ст} - t_{ж})$ 2. $\lambda F(t_{ст} - t_{ж})$ 3. $kF(t_{ж1} - t_{ж2})$ 4. $\kappa(t_{ж1} - t_{ж2})$
14	Дать определение кризиса теплообмена первого рода.	1. Образование пузырьков пара на нагреваемой поверхности 2. Интенсивное образование паровой фазы 3. Переход от пузырькового кипения к пленочному 4. Кипение на стенке со слоем накипи с низкой теплопроводностью
15	Вязкость это...	1. Свойство, характеризующее инерционные качества жидкости 2. Свойство жидкостей оказывать сопротивление сдвигающим усилиям 3. Свойство жидкости не изменять объем при изменении давления 4. Свойство, проявляющееся в следствие притяжения между молекулами
16	Уравнение Бернулли выражает закон сохранения ...	1. Массы 2. Количества движения 3. Энергии 4. Момент количества движения
17	Гидравлический удар в трубах это...	1. Заполнение трубопровода жидкостью 2. Выделение из жидкости растворенного воздуха 3. Холодное кипение жидкости при резком снижении давления 4. Резкое изменение давления при изменении скорости течения
18	Критическая скорость газа это...	1. Скорость газа на срезе сопла 2. Скорость газа, равная скорости звука в нем 3. Сверхзвуковая скорость газа 4. Дозвуковая скорость газа
19	Реальная жидкость отличается от идеальной свойством...	1. Пластичности 2. Жесткости 3. Вязкости 4. Упругости
20	Совокупность сопловой и рабочей решеток называется...	1. Конфузором 2. Диффузором 3. Ступенью турбомашин 4. Активной решеткой

Вариант 2

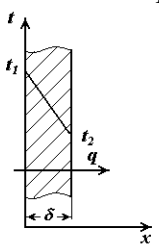
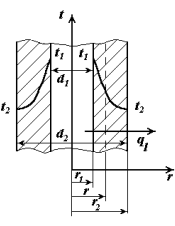
п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Дросселирование газа (пара) это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Истечение газа через сопла 2. Понижение давления в местных сопротивлениях 3. Понижение температуры газа 4. Перемешивание газа
2	По прямому термодинамическому циклу работают ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловые двигатели 2. Холодильные машины 3. Тепловые насосы 4. Компрессоры
3	Цикл Карно состоит из следующих процессов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Адиабатные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты 2. Адиабатные – сжатия и расширения, изобарные – подвод и отвод теплоты 3. Адиабатные – сжатия и расширения, изохорные – подвод и отвод теплоты 4. Политропные – сжатия и расширения, изотермические – подвод и отвод теплоты
4	Показанная на рисунке p - v -диаграмма цикла соответствует:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двигателю Тринклера 2. Карбюраторному ДВС 3. ГТУ 4. ПТУ
		
5	В каком случае термический КПД цикла Карно будет уменьшаться?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличение начальной температуры цикла 2. Уменьшение начальной температуры цикла 3. Уменьшение конечной температуры цикла 4. Увеличение разности энтропий
6	Термический КПД теплового двигателя определяется отношением ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\eta_t = q_2 / l_{\text{ц}}$ 2. $\eta_t = l_{\text{ц}} / q_1$ 3. $\eta_t = q_2 / q_1$ 4. $\eta_t = l_{\text{ц}} / q_2$
7	Почему термодинамическая эффективность цикла Дизеля выше, чем у цикла Отто?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дизельное топливо дешевле бензина 2. Процесс подвода теплоты в цикле Дизеля происходит по изобаре, т.е. при более высокой средней t 3. В дизелях не нужна система зажигания 4. Дизелю не угрожает детонация горючей смеси
8	Какие тела имеют степень черноты $\varepsilon = 1$?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Абсолютно белые 2. Прозрачные 3. Серые 4. Абсолютно черные

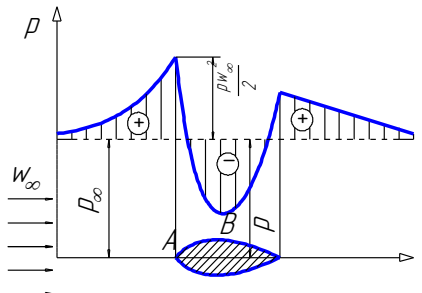
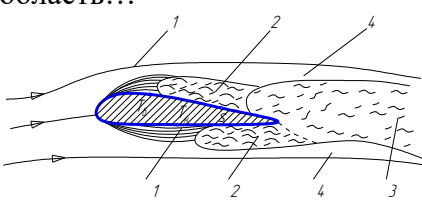
п/п	Вопрос	Варианты ответа
9	Какие тела используются для ослабления лучистого потока?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С большой отражательной способностью 2. С большой поглощательной способностью 3. Серые 4. С шероховатой поверхностью
10	Дать определение коэффициента теплопередачи.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Характеризует перенос теплоты от жидкости к стенке 2. Определяет интенсивность переноса теплоты от горячего теплоносителя к холодному 3. Описывает перенос теплоты внутри тела 4. Показывает способность теплоносителя аккумулировать теплоту
11	Каким выражением определяется тепловой поток Q при теплопередаче?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\kappa F(t_{ж1} - t_{ж2})$ 2. $\alpha F(t_{ст} - t_{ж})$ 3. $\varepsilon \sigma F T^4$ 4. $\lambda F \Delta t$
12	Укажите выражение уравнения теплового баланса.	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Q = Gc(t_1 - t_2)$ 2. $Q = cF(t_1 - t_2)$ 3. $Q = \kappa F \Delta t$ 4. $Q_1 = Q_2 + \Delta Q$
13	При какой схеме движения теплоносителей характерно показанное на рисунке распределение температур?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Противоток 2. Прямоток 3. Перекрестный ток 4. Температуры не соответствуют схеме движения жидкости
14	Указать выражение для определения поверхности рекуперативного теплообменного аппарата F?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{Q}{\kappa \Delta t}$ 2. $\frac{Q}{\alpha \Delta t}$ 3. $\frac{Q}{\lambda \Delta t}$ 4. $\frac{Q}{c \Delta t}$
15	Диффузоры используются для...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Постепенного увеличения скорости потока 2. Постепенного уменьшения скорости потока 3. Изменения направления потока 4. Резкого уменьшения давления потока
16	Размерность динамического коэффициента вязкости...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Н/м² 2. Нс/м² 3. м²/с 4. м/с²

п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	Основное уравнение гидростатики...	<ol style="list-style-type: none"> $p = p_0 + \rho g z$ $p = \lim (\Delta P / \Delta F)$ $f = -\mu F dw/dn$ $p v = RT$
18	Форма записи уравнения Бернулли имеет вид...	<ol style="list-style-type: none"> $p = p_0 + \rho g z$ $dQ = w dF = \text{const}$ $w^2 / (2g) + p / (\rho g) + z = \text{const}$ $(\partial w_x / \partial x) + (\partial w_y / \partial y) + (\partial w_z / \partial z) = 0$
19	Потери напора принято измерять в долях скоростного напора по формуле Вейсбаха:	<ol style="list-style-type: none"> $h_l = \lambda \frac{l}{D} \frac{w^2}{2g}$ $h_w = \frac{w^2}{2g}$ $h_w = \zeta \frac{w^2}{2g}$ $h_l = \frac{l}{D} \frac{w^2}{2g}$
20	Число Маха это...	<ol style="list-style-type: none"> Отношение скорости звука к скорости газа Отношение возмущений давления к плотности Отношение изменения параметров газа к скорости звука Отношение скорости газа к скорости звука

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Площадь под кривой процесса на $p v$ -диаграмме равна:	<ol style="list-style-type: none"> Внутренней энергии рабочего тела Работе процесса Энтальпии рабочего тела $c_v (T_2 - T_1)$
2	Площадь под кривой процесса на $T s$ -диаграмме равна:	<ol style="list-style-type: none"> Теплоемкости рабочего тела Энтальпии рабочего тела Энтропии рабочего тела Теплоте процесса
3	Элементарная работа расширения газа dl определяется выражением:	<ol style="list-style-type: none"> $c_p^* dt$ $p^* dv$ $c_v^* dt$ $T^* ds$
4	Содержание второго начала термодинамики соответствует соотношению:	<ol style="list-style-type: none"> $ds \leq dq/T$ $ds \geq dq/T$ $ds < dq/T$ $ds = dq/T$
5	Какое тело подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса?	<ol style="list-style-type: none"> Идеальный газ Реальный газ Идеальная жидкость Реальная жидкость
6	Температура, при которой жидкость закипает при данном	<ol style="list-style-type: none"> Испарения Соответствия

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	давлении, называется температурой...	3. Пара 4. Насыщения
7	Необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого снижается давление газа без совершения им технической работы, называется...	1. Идеальное истечение газа 2. Протекание реального газа 3. Дросселирование газа 4. Критическое движение газа
8	В каких процессах конвективного теплообмена наблюдается наибольший коэффициент теплоотдачи α ?	1. Кипение в пузырьковом режиме 2. Теплоотдача при вынужденном движении 3. Пленочный режим кипения 4. Капельная конденсация пара
9	Что показано на рисунке? 	1. Теплопередача в плоской стенке 2. Теплопроводность цилиндрической стенки 3. Распределение температур в плоской стенке 4. Конвективный теплообмен
10	Что изображено на рисунке? 	1. Теплопроводность многослойной стенки 2. Теплопроводность плоской стенки 3. Теплопередача цилиндрической стенки 4. Теплопроводность цилиндрической стенки
11	Выбрать определение лучистого теплообмена:	1. Перенос теплоты электромагнитными волнами 2. Излучение в области длин волн видимого света 3. Перенос теплоты электромагнитными волнами с двойным преобразованием энергии – тепловой в лучистую и лучистой в тепловую 4. Перенос теплоты микрочастицами тела
12	Какой степени абсолютной температуры T твердого тела пропорциональна излучаемая энергия?	1. Первой 2. Второй 3. Третьей 4. Четвертой
13	Укажите выражение закона Стефана-Больцмана.	1. $E = \varepsilon C \left(\frac{T}{100} \right)^4$ 2. $E = Co \left(\frac{T}{100} \right)^4$ 3. $E = \varepsilon C \left(\frac{T}{100} \right)^3$ 4. $E = \varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)^4$
	Плотность теплового потока q	1. Количество теплоты, проходящей за 1 сек. через 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	это...	<ul style="list-style-type: none"> 1. кв. м поверхности тела 2. Количество теплоты, проходящей через 1 кв.м изотермической поверхности тела 3. Общее количество теплоты, проходящей через 1 кв.м площади 4. Количество теплоты, проходящей за 1 сек
15	<p>В случае обтекания тела несжимаемой жидкостью в точке В (смотри рис.) может появиться...</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Подъемная сила 2. Кавитация 3. Гидроудар 4. Ударная волна
16	Согласно закона Паскаля давление внутри жидкости при изменении давления на поверхности жидкости ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Не изменится 2. Будет пропорционально увеличиваться 3. Изменится на ту же величину 4. Будет пропорционально уменьшаться
17	Кавитация это...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Выделение пузырьков растворенного воздуха 2. Появление пузырьков пара на поверхности 3. Переход течения в турбулентный режим 4. Появление пузырьков пара в зоне пониженного давления и схлопывание в зоне повышенного
18	При отсутствии теплообмена с внешней средой температура покоящегося газа будет...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Увеличиваться 2. Уменьшаться 3. Максимальной 4. Минимальной
19	<p>На рисунке цифрой 3 обозначена область...</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Турбулентного пограничного слоя 2. Ламинарного пограничного слоя 3. Внешнего потока 4. Аэродинамического следа
20	Распыливание жидкости осуществляется с помощью...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Форсунки 2. Диффузора 3. Компрессора 4. Шланга

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф.зачет)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

1. Теплотехника: учебник для вузов / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», В.В. Андреев, В.А. Лебедев, Б.И. Спесивцев, СПб, 2015.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E31%2F%D0%90%2065%2D409490551<.>

2. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 424 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=486472>

3. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=356818>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теоретические основы теплотехники. Термодинамика [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: З. Ф. Каримов, Е. П. Павлов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009. - 261 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20090423134355<.>

2. Теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. С. Дресвянкин, В. Г. Лабейш, Е. П. Павлов. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 143 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D548581<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Теплотехника [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.: В. Г. Лабейш, Е. П. Павлов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2008. - 210 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20080917131528<.>

2. Теплотехника [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост. В. В. Дембовский. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 101 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=10%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0101%2D271170<.>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"-
<http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]
www.garant.ru/.

11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
<https://e.lanbook.com/books>

12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
<http://elibrary.rsl.ru/>

13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».
<http://rucont.ru/>

16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении *лекционных и практических* занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теплотехника».

Лабораторные установки:

«Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении», «Исследование процесса дросселирования воздуха (эффект Джоуля – Томсона)», «Определение показателя адиабаты воздуха», «Проверка шкалы Кельвина», «Исследование рекуперативного теплообменника».

Компьютерный класс:

28 посадочных мест, комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (возможность доступа к сети «Интернет») – 1 шт., стол компьютерный – 16 шт., стол – 2 шт., стул – 28 шт., компьютер для студентов – 18 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Аудитория:

90 посадочных мест, мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 45 шт., стул – 92 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)