

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра технической теплофизики

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Термодинамика и теплопередача**

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация: Системы жизнеобеспечения и оборудование летательных аппаратов

Курс: 2, семестр : 3

Факультет летательных аппаратов,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 3       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 4       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 144     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 80      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18      |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 0       |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 6       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 64      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

ФГОС введен в действие приказом №1165 от 12.09.2016 г. , дата утверждения: 23.09.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТТФ, протокол заседания кафедры № 17 - 4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Макаров М. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Чичиндаев А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Чичиндаев А. В.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.1</b><br><b>готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин (модулей; в части следующих результатов обучения:</b> |
| з2. основные законы термодинамики, теплопроводности и переноса тепла                                                                                                                                               |
| у2. навыки расчета процессов термодинамики, теплопроводности и переноса тепла                                                                                                                                      |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть) | Формы организации занятий                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Термодинамика и теплопередача</i>                                                            |                                                                                 |
| <b>ПК.1.з2 основные законы термодинамики, теплопроводности и переноса тепла</b>                 |                                                                                 |
| 1. законы теплопроводности и переноса тепла                                                     | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| 2. основные термодинамические законы                                                            | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| <b>ПК.1.у2 навыки расчета процессов термодинамики, теплопроводности и переноса тепла</b>        |                                                                                 |
| 3. выполнять расчеты теплообменных аппаратов                                                    | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| 4. выполнять расчеты процессов переноса тепла                                                   | Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа         |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                 | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 3</b>                           |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Дидактическая единица: Термодинамика</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1. Уравнение состояния идеального газа      | 0                    | 2    | 2                             | Основные положения и определения термодинамики (термодинамическая система, термодинамический процесс, параметры состояния);<br>Внутренние параметры состояния (давление, температура, плотность);<br>Уравнение состояния идеального газа; Газовые смеси. |

|                                                   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Теплоёмкость                                   | 0 | 2 | 2 | Энергия; Энтальпия; Теплота и работа; Теплоёмкость, виды теплоёмкости, средняя и истинная теплоёмкости; Теплоёмкость идеального газа; Зависимость теплоёмкости от температуры; Теплоёмкость газовой смеси; Отношение теплоёмкостей. |
| 3. Первый закон термодинамики                     | 0 | 2 | 2 | Взаимодействие системы с окружающей средой; Уравнение первого закона термодинамики; Анализ уравнения первого закона термодинамики; Термодинамические процессы (равновесие и обратимость).                                           |
| 4. Термодинамические процессы                     | 0 | 2 | 2 | Политропные процессы; Работа и теплота политропного процесса; Исследование политропных процессов; Определение показателя политропы; Характеристики политропных процессов в зависимости от показателя политропы.                     |
| 5. Второй закон термодинамики                     | 0 | 2 | 2 | Основные положения второго закона; Термодинамические циклы; Цикл Карно; Теорема Карно; Интеграл Клаузиуса; Энтропия (физический смысл энтропии).                                                                                    |
| 6. Энтропийные диаграммы термодинамических циклов | 0 | 2 | 2 | Изменение энтропии газа в термодинамических процессах; T-S диаграммы; Цикл Карно на T-S диаграмме; Термодинамика необратимых процессов.                                                                                             |
| <b>Дидактическая единица: Теплопередача</b>       |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7. Основные положения учения о теплообмене        | 0 | 4 | 1 | Коэффициент теплоотдачи; Передача тепла через плоскую стенку с учётом теплообмена с внешней средой; Передача тепла через цилиндрическую стенку; Критический диаметр тепловой изоляции.                                              |
| 8. Перенос тепла теплопроводностью                | 0 | 2 | 1 | Коэффициент теплоотдачи; Передача тепла через плоскую стенку с учётом теплообмена с внешней средой; Передача тепла через цилиндрическую стенку; Критический диаметр тепловой изоляции.                                              |
| 9. Основы теории конвективного теплообмена        | 0 | 2 | 1 | Краткие сведения из газодинамики неизотермического течения; Дифференциальные уравнения движения газа.                                                                                                                               |

|                                                           |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Основы теории конвективного теплообмена (продолжение) | 0 | 2 | 1 | Связь коэффициента теплоотдачи с полями температур и скоростей; Элементы теории подобия; Применение теории подобия в анализе конвективного теплообмена; Связь между теплоотдачей и тернием.                                                                                                                                                                                          |
| 11. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция            | 0 | 2 | 1 | Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме; Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве; Вынужденное движение жидкости (газа). Понятие пограничного слоя.                                                                                                                                                                              |
| 12. Теплоотдача при внешнем обтекании тел                 | 0 | 2 | 1 | Интегральные соотношения теории пограничного слоя; Характер движения жидкости вдоль поверхности; Теплоотдача при ламинарном пограничном слое; Теплоотдача при турбулентном пограничном слое.                                                                                                                                                                                         |
| 13. Теплообмен в трубах и каналах                         | 0 | 2 | 1 | Особенности движения и теплообмена в трубах и каналах; Теплоотдача при вязкостном ламинарном течении жидкости в гладких трубах круглого сечения; Теплоотдача при турбулентном течении жидкости в трубах различного сечения; Теплоотдача при ламинарном вязкостно-гравитационном режиме течения; Теплоотдача в изогнутых трубах (змеевиках); Теплоотдача в трубах с закруткой потока. |
| 14. Теплоотдача при течении газа с большими скоростями    | 0 | 2 | 1 | Дополнительные условия подобия при течении газов с большими скоростями; Особенности процесса теплоотдачи в высокоскоростной газовой поток; Методика расчета теплоотдачи в высокоскоростных потоках                                                                                                                                                                                   |
| 15. Лучистый теплообмен                                   | 0 | 2 | 1 | Теплообмен излучением. Основные понятия; Теплообмен излучением между твёрдыми телами; Теплообмен излучением между твёрдыми телами при наличии экрана.                                                                                                                                                                                                                                |

|                            |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16. Теплообменные аппараты | 0 | 4 | 3 | Теплообменные аппараты.<br>Общие сведения;<br>Классификация теплообменных аппаратов;<br>Тепловой расчёт рекуперативных теплообменных аппаратов;<br>Тепловой расчёт регенеративных теплообменных аппаратов;<br>Гидравлический расчёт теплообменных аппаратов. |
|----------------------------|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                          | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 3</b>                                |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Дидактическая единица: Термодинамика</b>      |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1. Теплоёмкость                                  | 0                    | 4    | 2, 4                          | Ознакомление с заданием к лабораторной работе, методическими рекомендациями по теме. Выполнение лабораторной работы, анализ полученных результатов, оформление отчета. Защита лабораторной работы путем индивидуального общения с преподавателем. |
| <b>Дидактическая единица: Теплопередача</b>      |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3. Свободная конвекция.<br>Вынужденная конвекция | 0                    | 4    | 1, 4                          | Ознакомление с заданием к лабораторной работе, методическими рекомендациями по теме. Выполнение лабораторной работы, анализ полученных результатов, оформление отчета. Защита лабораторной работы путем индивидуального общения с преподавателем. |
| 4. Теплообмен в трубах и каналах                 | 0                    | 4    | 1, 4                          | Ознакомление с заданием к лабораторной работе, методическими рекомендациями по теме. Выполнение лабораторной работы, анализ полученных результатов, оформление отчета. Защита лабораторной работы путем индивидуального общения с преподавателем. |

|                           |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|---|---|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Теплообменные аппараты | 0 | 6 | 3, 4 | Ознакомление с заданием к лабораторной работе, методическими рекомендациями по теме. Выполнение лабораторной работы, анализ полученных результатов, оформление отчета. Защита лабораторной работы путем индивидуального общения с преподавателем. |
|---------------------------|---|---|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                   | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 3</b>                           |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Термодинамика</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                    |
| 1. Уравнение состояния идеального газа      | 0                    | 2    | 2                             | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |
| 2. Теплоёмкость                             | 0                    | 2    | 2, 4                          | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |
| 3. Основные законы термодинамики            | 0                    | 2    | 2, 4                          | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |
| <b>Дидактическая единица: Теплопередача</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                    |
| 4. Перенос тепла теплопроводностью          | 0                    | 4    | 1, 4                          | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |

|                                            |   |   |      |                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|---|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Основы теории конвективного теплообмена | 0 | 4 | 1, 4 | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |
| 6. Лучистый теплообмен                     | 0 | 2 | 1, 4 | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |
| 7. Теплообменные аппараты                  | 0 | 2 | 3, 4 | Ознакомление с заданием, методическими рекомендациями по теме. Выполнение практической работы, анализ полученных результатов. Представление работы путем общения с преподавателем. |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | РГЗ                         | 1, 2, 3, 4                    | 30                 | 3                    |
| : Газовые циклы : методические указания к расчетно-графическим работам для 2-3 курсов ФЛА (специальности 160201, 160202, 150300) дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, А. С. Захаров]. - Новосибирск, 2007. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar</a> |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Подготовка к занятиям       | 1, 2                          | 20                 | 0                    |



: Теплопередача. Ч. 1 : методическое пособие для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 (направление 160100) ФЛА ; специальностей 260501, 260202, 080401 ЭМФ ; специальности 260601 МТФ всех форм обучения и ЗОТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Дьяченко, М. С. Макаров, М. А. Пахомов]. - Новосибирск, 2010. - 42, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3944.pdf> Газовые циклы : методические указания к расчетно-графическим работам для 2-3 курсов ФЛА (специальности 160201, 160202, 150300) дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, А. С. Захаров]. - Новосибирск, 2007. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar> Горбачев М. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс : [для студентов ФЛА направления 223200 - Техническая физика] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000179036](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179036). - Загл. с экрана. Термодинамика : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов ФЛА, ФЭН, МТФ дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. С. Макаров, М. В. Горбачев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233988](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233988) Термодинамика и теплопередача : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 ФЛА ; 260501, 260202 ЭМФ ; 190603, 260601 МТФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, М. А. Пахомов, В. А. Спарин]. - Новосибирск, 2007. - 28 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3318.rar> Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185530](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185530). - Загл. с экрана. Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185531](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185531). - Загл. с экрана.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |            |    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|----|---|
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подготовка к аттестации | 1, 2, 3, 4 | 14 | 3 |
| <p>: Теплопередача. Ч. 1 : методическое пособие для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 (направление 160100) ФЛА ; специальностей 260501, 260202, 080401 ЭМФ ; специальности 260601 МТФ всех форм обучения и ЗОТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Дьяченко, М. С. Макаров, М. А. Пахомов]. - Новосибирск, 2010. - 42, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3944.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3944.pdf</a> Газовые циклы : методические указания к расчетно-графическим работам для 2-3 курсов ФЛА (специальности 160201, 160202, 150300) дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, А. С. Захаров]. - Новосибирск, 2007. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar</a> Горбачев М. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс : [для студентов ФЛА направления 223200 - Техническая физика] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179036">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179036</a>. - Загл. с экрана. Термодинамика : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов ФЛА, ФЭН, МТФ дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. С. Макаров, М. В. Горбачев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233988">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233988</a> Термодинамика и теплопередача : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 ФЛА ; 260501, 260202 ЭМФ ; 190603, 260601 МТФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, М. А. Пахомов, В. А. Спарин]. - Новосибирск, 2007. - 28 с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3318.rar">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3318.rar</a> Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185530">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185530</a>. - Загл. с экрана. Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185531">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185531</a>. - Загл. с экрана.</p> |                         |            |    |   |

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Информирование                | e-mail; Личный типовой сайт; Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ |
| Консультирование              | e-mail; Личный типовой сайт; Среда электронного обучения НГТУ              |
| Контроль                      | e-mail; Личный типовой сайт; Среда электронного обучения НГТУ              |
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС                         |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Мин. балл | Максимальный балл |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |                   |
| <i>Лекция:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9         | 9                 |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9         | 9                 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Хромова И. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9         | 9                 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Хромова И. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Хромова И. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>Экзамен:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Хромова И. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026</a> . - Загл. с экрана." |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                           | Формы контроля |         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------|
|                       |                                                                               | Защита РГЗ     | Экзамен |
| ПК.1                  | зн. основные законы термодинамики, теплопроводности и переноса тепла          | +              | +       |
|                       | ум. навыки расчета процессов термодинамики, теплопроводности и переноса тепла | +              | +       |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Горбачев М. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс : [для студентов ФЛА направления 223200 - Техническая физика] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000179036](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179036). - Загл. с экрана.
2. Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 2 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185530](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185530). - Загл. с экрана.
3. Горбачев М. В. Специальные главы теории теплообмена [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса ФТФ] / М. В. Горбачев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000185531](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185531). - Загл. с экрана.
4. Шаров Ю. И. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Ю. И. Шаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000182684](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182684). - Загл. с этикетки диска.
5. Чичиндаев А. В. Компьютерное моделирование физических процессов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Чичиндаев, Н. Н. Евтушенко, И. В. Хромова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180029](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180029). - Загл. с экрана.
6. Хромова И. В. Теплотехника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180026](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180026). - Загл. с экрана.

### Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

1. Теплопередача. Ч. 1 : методическое пособие для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 (направление 160100) ФЛА ; специальностей 260501, 260202, 080401 ЭМФ ; специальности 260601 МТФ всех форм обучения и ЗОТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Дьяченко, М. С. Макаров, М. А. Пахомов]. - Новосибирск, 2010. - 42, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3944.pdf>
2. Термодинамика : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов ФЛА, ФЭН, МТФ дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: М. С. Макаров, М. В. Горбачев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233988](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233988)

3. Газовые циклы : методические указания к расчетно-графическим работам для 2-3 курсов ФЛА (специальности 160201, 160202, 150300) дневного отделения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, А. С. Захаров]. - Новосибирск, 2007. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3319.rar>
4. Термодинамика и теплопередача : методические указания к лабораторным работам для 2-3 курсов специальностей 160201, 160202, 160901, 160702, 280202, 140401 ФЛА ; 260501, 260202 ЭМФ ; 190603, 260601 МТФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Дьяченко, М. А. Пахомов, В. А. Спарин]. - Новосибирск, 2007. - 28 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3318.rar>
5. Компьютерное моделирование процессов теплообмена : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам для 3-4 курсов специальностей 223200.62, 160100.65 ФЛА по дисциплинам "Математическая физика" и "Компьютерное моделирование физических процессов" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: И. В. Хромова, Н. Н. Евтушенко]. - Новосибирск, 2013. - 22, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000190497](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190497)
6. Термодинамика : методические указания к лабораторным работам по курсам "Теплотехника", "Термодинамика и теплопередача" для 2-3 курсов специальностей 120202, 260501 ФМА; 190603, 260601 МТФ; 160100, 160202, 223200 ФЛА всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. В. Хромова]. - Новосибирск, 2012. - 26, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000171010](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171010)

## 8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Office
- 2 Windows
- 3 Office

## 9. Материально-техническое обеспечение

### Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Проведение лекционных занятий |

### Компьютерный класс

| № | Наименование                                                                      | Назначение                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Проведение лабораторных занятий |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра технической теплофизики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФЛА  
д.т.н., профессор С.Д. Саленко  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Термодинамика и теплопередача**

Образовательная программа: 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, специализация:  
Системы жизнеобеспечения и оборудование летательных аппаратов

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Термодинамика и теплопередача приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                       | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)              | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                               |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.1/ПК<br>готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) | з2. основные законы термодинамики, теплопроводности и переноса тепла          | Второй закон термодинамики<br>Лучистый теплообмен<br>Основные законы термодинамики<br>Первый закон термодинамики<br>Перенос тепла теплопроводностью<br>Теплоёмкость<br>Термодинамические процессы<br>Уравнение состояния идеального газа<br>Энтропийные диаграммы<br>термодинамических циклов | РГЗ                                                           | Экзамен, вопросы 1–13, 32–34              |
| ПК.1/ПК                                                                                                                                       | у2. навыки расчета процессов термодинамики, теплопроводности и переноса тепла | Лучистый теплообмен<br>Основы теории конвективного теплообмена<br>Перенос тепла теплопроводностью<br>Теплоёмкость<br>Теплообменные аппараты                                                                                                                                                   | РГЗ                                                           | Экзамен, вопросы 14–34                    |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/ПК.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.1/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Термодинамика и теплопередача», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15, второй вопрос из диапазона вопросов 16-34 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Билет содержит два вопроса (первый из части курса "термодинамика", второй из части курса "теплопередача") и задачу (одна из задач, решённых на практических занятиях)

Задача решается письменно, и её решение предоставляется преподавателю для проверки. Правильно решённая задача оценивается максимальным баллом 20. Ошибки при решении задач снижают баллы, и итоговый результат оценивается от 0 до 19 баллов.

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет ФЛА

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача

Составил: к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Макаров М.С.

Утверждаю: зав. кафедрой ТТФ \_\_\_\_\_ Чичиндаев А.В.

(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент не ответил на теоретические вопросы, оценка составляет от 0 до 24 баллов.

Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если студент ответил на два теоретических вопроса, но имеются ошибки. Оценка составляет от 25 до 28 баллов.

Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если студент ответил на три теоретических вопроса, но имеются ошибки, оценка составляет от 29 до 34 баллов.

Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент ответил на все вопросы,



отсутствуют ошибки, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

### **3. Шкала оценки**

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям составляет не менее 25 баллов (по 40 балльной шкале).

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Шкала оценки**

Ответ на теоретическую часть билета принимается в устной форме. Ответ на каждый вопрос оценивается максимальным баллом 10. Ответ на вопрос должен быть максимально полным.

Оценивается в первую очередь понимание предмета. Ошибки при записи коэффициентов, степеней и т.д. не учитываются при ясном изложении сути вопроса.

Считается, что студент прошёл аттестацию и сдал экзамен, если он в общей сложности набрал более 22 баллов.

Билет с вопросами выбирается случайным образом.

На подготовку к ответу отводится 40 минут.

Использование литературы, конспектов, аудиотехники, телефонов и т.п. **запрещено**.

Отлучение из аудитории по любой причине только с заменой билета и снижением максимального балла на 10.

### **5. Вопросы к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»**

1. Основные положения и определения термодинамики (термодинамическая система, термодинамический процесс, параметры состояния).
2. Внутренние параметры состояния (давление, температура, плотность).
3. Уравнение состояния идеального газа. Газовые смеси.
4. Энергия. Энтальпия. Теплота и работа.
5. Теплоёмкость, виды теплоёмкости, средняя и истинная теплоёмкости.
6. Теплоёмкость идеального газа. Теплоёмкость газовой смеси. Отношение теплоёмкостей.
7. Взаимодействие системы с окружающей средой. Уравнение первого закона термодинамики.
8. Политропные процессы. Работа и теплота политропного процесса.
9. Исследование политропных процессов. Определение показателя политропы.
10. Основные положения второго закона. Термодинамические циклы.
11. Цикл Карно. Теорема Карно. Интеграл Клаузиуса.
12. Энтропия (физический смысл энтропии). Изменение энтропии газа в термодинамических процессах.
13. T-S диаграммы. Цикл Карно на T-S диаграмме.
14. Теория теплообмена (основные понятия). Температурное поле. Температурный градиент.
15. Передача тепла через плоскую стенку в стационарных условиях.
16. Коэффициент теплоотдачи. Передача тепла через плоскую стенку с учётом теплообмена с внешней средой.
17. Передача тепла через цилиндрическую стенку. Критический диаметр тепловой изоляции.
18. Краткие сведения из газодинамики неизотермического течения.
19. Элементы теории подобия и их применение в анализе конвективного теплообмена.
20. Связь между теплоотдачей и трением.

21. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объёме.
22. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
23. Вынужденное движение жидкости (газа). Понятие пограничного слоя.
24. Характер движения жидкости вдоль поверхности. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое.
25. Особенности движения и теплообмена в трубах и каналах.
26. Теплоотдача при вязкостном ламинарном течении жидкости в гладких трубах круглого сечения.
27. Теплоотдача при турбулентном течении жидкости в трубах различного сечения. Теплоотдача при ламинарном вязкостно-гравитационном режиме течения.
28. Теплоотдача в изогнутых трубах (змеевиках). Теплоотдача в трубах с закруткой потока.
29. Дополнительные условия подобия при течении газов с большими скоростями
30. Особенности процесса теплоотдачи в высокоскоростной газовой поток
31. Методика расчета теплоотдачи в высокоскоростных потоках
32. Теплообмен излучением. Основные понятия
33. Теплообмен излучением между твёрдыми телами
34. Теплообмен излучением между твёрдыми телами при наличии экрана

## Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Термодинамика и теплопередача», 3 семестр

**1. Методика оценки** В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать основные параметры прямого термодинамического цикла в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести расчет и анализ основных термодинамических и теплофизических параметров в узловых точках цикла.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Титульный лист.
2. Задание к РГЗ (согласно варианту).
3. Методика расчета и графические материалы.
4. Выводы по работе.

Оцениваемые позиции:

1. Правильность оформления работы, согласно ЕСКД.
2. Правильность применения и использования подходов при решении задач термодинамики.
3. Наглядность оформления и выполнения графических данных.
4. Степень проработанности материалов и описание применяемых подходов и методов.

### 2. Критерии оценки

- работа считается **не выполненной**, если студентом выполнены не все пункты, указанные в задании к РГЗ, расчеты выполнены при наличии принципиальных ошибок, графические данные не соответствуют расчетным данным, оценка составляет 9 и менее баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, студентом выполнены не все пункты, указанные в задании к РГЗ, расчеты выполнены при наличии принципиальных ошибок, графические данные соответствуют расчетным данным, оценка составляет 19 и менее баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студентом выполнены все пункты, указанные в задании к РГЗ, расчеты выполнены при отсутствии принципиальных ошибок, графические данные соответствуют расчетным данным, оценка составляет 29 и менее баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, студентом выполнены все пункты, указанные в задании к РГЗ, расчеты выполнены при качественно и без ошибок, графические данные соответствуют расчетным данным, оценка составляет 40 и менее баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### **4. Примерный перечень тем РГЗ**

Тема РГЗ определяется в соответствии с номером варианта. Исходные параметры для расчетов приведены в соответствующем методическом пособии.