Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

Паспорт
расчетно-графической работы

по дисциплине «Электротепловые процессы в электротехнических устройствах»,
6 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического работы (далее - РГР) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГР: студенты должны научиться применять знания по теории теплопередачи и электромагнитным процессам, полученные в дисциплинах "Общая энергетика" и "Теоретические основы электротехники", к техническому приложению проектирования электротехнических устройств - обоснованию и расчету предельных токовых и тепловых нагрузок элементов электротехнического оборудования

РГР включает три задачи, выполняемых студентами по индивидуальным заданиям, задаваемым преподавателем из приведенных ниже условий 8 задач. Выбор исходных данных к задачам производится по таблицам, помещенным ниже в соответствии со значениями индексов *i, j*, задаваемых преподавателем каждому студенту.

Номер индивидуального задания каждому студенту задается преподавателем.

РГР выполняется индивидуально.

Замена задания РГР осуществляется по согласованию с преподавателем из числа не занятых заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с условием задания, изучит относящиеся к теме задания вопросы теории теплопередачи и теории электромагнитного поля.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГР.

По результатам выполнения РГР выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист.
2. Последовательно приведенные условия и решения трех заданных преподавателем задач.
3. Список литературы и источников.

Расчетно-графическая работа, своевременно защищенная, оформленная и сброшюрованная в виде тетради, является пособием, которым разрешено пользоваться студенту на экзамене по курсу «Электротепловые процесс в электротехнических установках» в качестве справочной литературы

Требования к оформлению:

Объем РГЗ до 8 страниц рукописного текста формата А4.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГР студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для

проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГР студент её представляет в рукописном виде, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГР состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки

РГР считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГР выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 20 до 23 баллов.*

РГР считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГР выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне. Оценка составляет *от 16 до 19 баллов.*

РГР считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне. Оценка составляет *от 12 до 15 баллов.*

РГЗ(Р) считается **не выполненной**, если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует об не сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Оценка составляет *менее 12 баллов*.

3. Шкала оценки

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

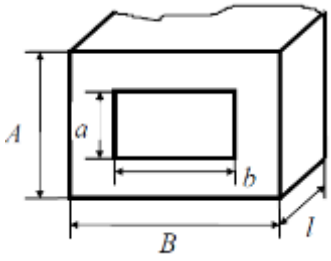
РГР как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 12 до 23 баллов включительно.

4. Примерный перечень тем РГР

Задачи посвящены исследованиям тепловых условий работы реальных электрических проводников, электромагнитных экранов, элементов конструкций

трансформаторов и т.д. При решении этих задач необходимо освоить прикладные расчеты тепловых условий работы конкретных устройств и изучить влияние на эти условия теплофизических характеристик различных сред, участвующих в теплообмене. Кроме этого, решение задач позволяет выявить взаимосвязь токовых нагрузок электрических проводников с условиями их охлаждения и определить взаимозависимость предельных электромагнитных нагрузок в элементах конструкций электрооборудования от условий взаимодействия с охлаждающей средой.

Задача № 1.



Обмотка электрогенератора выполнена в виде пустотелого медного проводника с прямоугольным сечением (a = 6 мм;b = 12 мм; A = 13 мм; B = 22 мм; l = 0,6 м).

При пропускании тока в стенках проводника выделяется тепло, которое отводится охлаждающей средой, перемещающейся в канале.

Заданы следующие величины:

- электрический ток в обмотке I_i;
- средняя скорость течения охлаждающей среды V_j;
- давление в канале p = 4 атм.

Расчет провести для воздуха и углекислого газа при температуре среды на входе в канал $t_{ж1}$ = 20 ^{o}C.

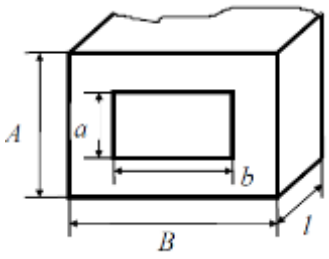
Ток I_i; выбирается по таблице № 6, а скорость охлаждающей среды по таблице № 7.

Задание:

а) рассчитать средний коэффициент теплоотдачи от стенки канала;

б) определить среднюю температуру стенки канала.

Задача № 2.



Обмотка электрогенератора выполнена в виде пустотелого медного проводника с прямоугольным сечением
a = 6 мм; b = 12 мм; A = 13 мм; B = 22 мм; l = 0,6 м. Из-за протекания тока в стенках проводника выделяется тепло, которое отводится охлаждающей средой.

Заданы следующие величины:

- средняя скорость течения охлаждающей среды V_j;
- давление в канале p = 4 атм;
- средняя температура стенки канала не должна превышать t_c -= 50 ^{o}C.

Расчет провести для воздуха и углекислого газа при температуре среды на входе в канал $t_{ж1}$ = 20 ^{o}C. Теплофизические свойства среды рассчитать при температуре $t_{ж1}$.

Задание:

а) рассчитать коэффициент теплоотдачи;

б) определить предельно допустимое значение тока, протекающего через обмотку.

Исходные данные к задачам №1 и №2

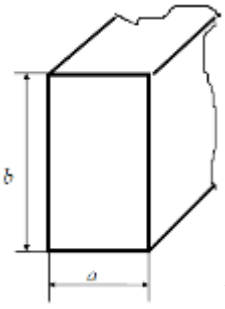
Величина тока I_i Таблица №1

№ варианта i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Величина тока, кА	1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5

Скорость теплоносителя V_j Таблица №2

№ варианта j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Скорость, м/с	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80

Задача № 3.



Участок электрической цепи выполнен из прямоугольной шины. Предельно допустимая температура шины T_0 = 100 °С. Соотношение ширины и толщины шины $\frac{b}{a_i} = 10$. Коэффициент теплоотдачи от шины в окружающую среду $\alpha = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{С}}$. Шина находится в воздухе с температурой $T_{жj}$, значение ширины шины a_i выбирается по таблице № 8, а температуры воздуха $T_{жi}$ по таблице № 3.

Задание:

рассчитать предельное значение плотности тока в шине для трех металлов: меди, латуни, алюминия.

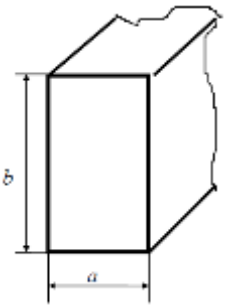
Расчет провести двумя методами:

а) без учета неоднородности температуры в шине;

б) с учетом температурного распределения.

Результаты расчетов сравнить. Сделать выводы о применимости рассмотренных методик расчета.

Задача № 4.



Через шину прямоугольного сечения пропущен электрический ток I_j. Соотношение ширины и толщины шины $\frac{b}{a_i} = 10$. Коэффициент теплоотдачи от шины в окружающую среду $\alpha = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. Шина находится в воздухе с температурой $T_ж$. Величина тока I_j выбирается по таблице № 1, а толщина шины a_i по таблице № 3.

Задание:

Рассчитать температуру шины T_0 для трех материалов: меди, алюминия, латуни. Каждый материал рассчитывается при температурах окружающей среды $T_ж$ = -20 °С; +40 °С.

Расчет провести двумя методами:

а) без учета неоднородности температуры в шине;

б) с учетом температурного распределения по толщине шины.

Результаты расчетов сравнить.

Толщина шины a_i по таблице № 3

№ Варианта i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Толщина, мм	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Задача № 5.

По электрическом проводу, выполненному из материала $П_i$ диаметром d_i, покрытому электроизоляционным материалом $И_j$ диаметром d_j, протекает постоянный ток. По условиям эксплуатации максимально допустимая температура электроизоляции не должна превышать T_j. Определить коэффициент теплоотдачи и величину допустимого тока, если электропровод расположен горизонтально в условиях естественной конвекции (на спокойном воздухе). Температура воздуха вдали от провода $T_ж$ = 20 °С.

Исходные данные к расчету выбираются по таблицам № 4.

Металлы, электроизоляционные материалы и их свойства Таблица № 4

№ варианта i и j	Материал	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$	$\rho \cdot 10^8$, Ом·м	Предельная температура эксплуатации, °С
1	2	3	4	5
1-5	Медь	390	1,78	-
6-10	Алюминий	202	2,7	-
11-15	Латунь	110	21,2	-
1-5	Резина	0,16	-	90
6-10	Винипласт	0,165	-	110
11-15	Полиэтилен	0,29	-	120

Задача № 6.

Контактный провод фасонного профиля, выполненный из материала $П_i$ сечением S_i, охлаждается поперечным потоком воздуха. По условиям работы температура провода

не должна превышать величину T_c = 100 °С. В летний период температура окружающей среды поднимается до $T_ж$ = 40 °С, а в зимний период опускается до $T_ж$ = -30 °С. Определить коэффициент теплоотдачи и допустимую токовую нагрузку провода при возможном его износе на 0% и 40% первоначального сечения и скорости воздушного потока V = 5 м/с.

Исходные данные к расчету выбираются по таблице №4.

Задача № 7.

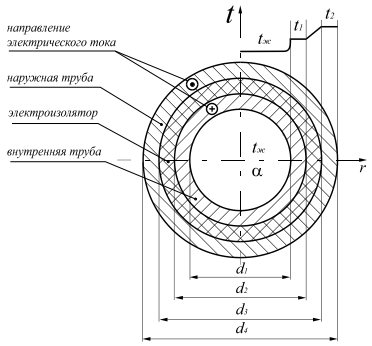
На поверхность массивной плиты, выполненной из металлического материала $П_i$, высотой h = 1 м и толщиной d_i падает электромагнитная волна частотой f = 50 Гц. Плита расположена вертикально и охлаждается в условиях естественной конвекции средой $Ж_i$, имеющей температуру вдали от поверхности плиты $T_{жj}$.

Рассчитать напряженность магнитного поля на поверхности плиты и величину магнитного потока, проходящего через плиту, при которых в установившемся режиме температура плиты не превышает T_c=100 °С. Расчет выполнить для случая одностороннего и двухстороннего охлаждения. Исходные данные этой задачи помещены в таблицах №5 и №3. В качестве среды $Ж_i$ следует выбрать следующее: при i = 1÷8, $Ж_i$ - воздух, при i = 9÷15, $Ж_i$ - углекислый газ.

Температура среды и коэффициент теплоотдачи Таблица № 5

№ варианта i или j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Температура среды, °С	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м^2·°С)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Задача № 8.



По бифилярному токоподводу электропечи, выполненному в виде двух медных концентрических труб, имеющих внутренние диаметры d1, d3, а наружные соответственно d2, d4 , протекает ток I. Между медными трубами заложен цилиндр из электроизоляционного материала. По внутренней трубе протекает охлаждающая вода. Скорость охлаждающей среды V, температура воды tж. Удельное электросопротивление меди ρэ. Коэффициент теплопроводности меди λ1, коэффициент теплопроводности электроизоляционного цилиндра λ2 . Определить температуру медных труб, полагая их теплотехнически тонкими. Исходные данные