**Разработка структуры и содержания лекционных, лабораторных и практических занятий по дисциплине «Исследование рабочего процесса ракетных двигателей» с учетом интеграции образовательного процесса и научных исследований на кафедре теории двигателей летательных аппаратов**

 Дисциплина «Исследование рабочего процесса ракетных двигателей» в учебном плане магистров по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов» магистерской программы «Энергетика, экология и двигательные установки ракетных и космических систем» предусмотрена во втором семестре. Она включает в себя:

- лекционные занятия – 4 часа;

- практические занятия – 14 часов;

- лабораторные занятия – 24 часа;

- курсовая работа.

 В общей схеме обучения по магистерской программе дисциплина «Исследование рабочего процесса ракетных двигателей» проводится параллельно с дисциплиной «Конструкция двигателей летательных аппаратов», в рамках которой предусмотрен курсовой проект по разработке конструкции жидкостного ракетного двигателя (ЖРД). Предполагается, что конструкция ЖРД, формируемая магистрантом в этом проекте, будет исследована с точки зрения рабочего процесса в рамках курсовой работы по дисциплине «Исследование рабочего процесса ракетных двигателей». Следует отметить, что, приступая к разработке конструкции ЖРД и исследованию его рабочего процесса, магистрант уже освоил на предыдущем этапе своего обучения кроме дисциплин математического и естественнонаучного цикла такие дисциплины, как:

- САЕ – системы в механике деформируемого твердого тела;

- САЕ – системы в механике жидкости и газа;

- объемное моделирование конструкций;

- теория, расчет и проектирование ракетных двигателей;

- теория и расчет лопаточных машин агрегатов ракетных двигателей;

- динамика и прочность ракетных двигателей;

- основы конструкции ракетных двигателей;

- моделирование рабочих процессов ракетных двигателей.

Поэтому к началу второго семестра магистратуры студент вполне подготовлен к проведению расчетных исследований рабочего процесса ракетного двигателя с помощью САЕ – системы газодинамического анализа Ansys CFX.

 Лекционные занятия по рассматриваемой дисциплине должны представлять собой обзорные лекции по тематике возможных исследований рабочих процессов ЖРД, протекающих в форсуночной головке, камере и сопле двигателя, турбонасосном агрегате (ТНА) и его газогенераторе. По окончании лекций студентам должны раздаваться задания на проведение исследования в конкретных элементах проектируемого ими двигателя.

 На практических занятиях предполагается более детально рассмотреть работу перечисленных выше узлов двигателя. Причем эти занятия целесообразно проводить в форме «круглого стола» - диалога преподавателя с магистрантами. В ходе практических занятий должны быть сформированы исходные данные для проведения расчетных исследований, установлены граничные условия, предложены и обоснованы критерии оценки эффективности рабочих процессов, а также выбраны варьируемые параметры таких узлов ЖРД, как:

- форсуночной головки камеры сгорания;

- камеры сгорания двигателя;

- сопла двигателя;

- газогенератора;

- насоса окислителя;

- насоса горючего;

- бустерного насоса;

- турбины турбонасосного агрегата.

 В рамках практических занятий предполагается рассмотреть возможность решения сопряженных задач газодинамики, тепломассообмена, динамики и прочности, применительно к рассматриваемому узлу двигателя.

 Лабораторные занятия будут посвящены исследованию основных рабочих процессов:

- распыла рабочей жидкости с помощью форсунок;

- рабочего процесса в камере и сопле двигателя с целью определения изменения его эффективности в зависимости от соотношения компонентов топлива;

- течения газа в сопле реактивного двигателя на различных режимах его работы;

- течения жидкости в насосе ТНА и определению его интегральных характеристик;

- течения газа в турбине турбонасосного агрегата и определению ее интегральных характеристик;

- течения компонента топлива через систему охлаждения камеры двигателя.

 Первую и пятую лабораторные работы предполагается выполнять экспериментальным и расчетным путем с дальнейшим сопоставлением полученных результатов.

 Целью проведения лекционных, практических и лабораторных работ является подготовка магистранта к проведению самостоятельных исследований в рамках совмещенных курсовой работы по дисциплине «Исследование рабочего процесса ракетных двигателей» и курсового проекта по дисциплине «Конструкция двигателей летательных аппаратов».