

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

Одобрено на Учёном совете
ИМАШ РАН
Протокол № 4
«12» августа 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ
Временно исполняющий обязанности
директора ИМАШ РАН д.т.н., проф.
В.А. Глазунов
«19» августа 20 15 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ»

Направление подготовки
15.06.01 – Машиностроение

Направленность (профиль) программы
05.02.02 «Машиноведение, системы приводов и детали машин»

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная
Заочная

Москва
20 15

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Программные средства инженерного моделирования и проектирования» реализуется в рамках **Блока 1** Основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) аспирантам очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение.

Рабочая программа разработана с учётом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 881, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 25 августа 2014 года № 33690.

Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану составляет 3 зач.ед. (108 часов), из них лекций – 24 часа, практических (семинарских) занятий – 30 часов, лабораторных занятий – 0 часов, самостоятельной работы – 54 часов. Дисциплина реализуется на -м курсе, в -м семестре, продолжительность обучения – 1 семестр.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачётно-экзаменационной сессии в форме экзамена.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» :

Цель

- исследование задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, определение приоритетов решения задач;
- разработка обобщенных вариантов решения проектных задач, анализ вариантов и выбор оптимального решения, прогнозирование его последствий, планирование реализации проектов.

Задачи:

- актуализировать знания ключевых понятий из предшествующих дисциплин, особенно важные для машиноведения;
- ознакомить обучающихся с основными современными задачами в области машиноведения, систем приводов и деталей машин, возникающими в различных областях;
- научить обучающихся выбирать наиболее подходящий метод для решения поставленных перед ними задач;
- ознакомить обучающихся с возможностями современных пакетов вычислительной математики.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 15.06.01 – Машиностроение:

а) универсальные (УК):

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

б) общепрофессиональных компетенций (ОПК):

- способностью формировать и аргументировано представлять научные гипотезы (ОПК-3);
- способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);
- способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5);
- способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-6).

б) профессиональных компетенций (ПК):

- формулировать цели проекта (программы) при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, определение приоритетов решения задач (ПК-12);
- разрабатывать технические задания на разработку новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения,

средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения (ПК-13);

– разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия, планировать реализацию проектов (ПК-14);

– применять знания о современных методах исследования (ПК-15);

– сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей (ПК-16);

– использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем (ПК-17);

– ставить и решать прикладные исследовательские задачи (ПК-18);

– проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-19);

– разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, готовить отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований (ПК-20).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы и средства научных исследований, используемых в машиностроении и направленных на обеспечение выпуска изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Уметь:

- использовать в практической деятельности методы и средства научных исследований при решении задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

Владеть:

- навыками использования методов и средств научных исследований в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;
- навыками использования методов и средств научных исследований для решения задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;

Применять:

- основные принципы планирования эксперимента, основания для выбора факторов и пределов варьирования, элементы математической статистики для проведения расчетов по результатам эксперимента, основы математического моделирования исследуемых процессов;
- компьютерные технологии для моделирования процесса обработки деталей
и продемонстрировать способность и готовность применять полученные знания в практической деятельности, направленной на применение современных методов исследования сложных технических задач.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ

Вид учебной работы	Трудоемкость					
	общая		из них			
	зач.ед.	час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам..
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ по Учебному плану	3	108	24	0	30	54
<i>Аудиторные занятия</i>	1,5	54	24		30	
Лекции (Л)	0,67	24	24			
Практические занятия (ПЗ)	0	0		0		
Семинары (С)	0,83	30			30	
<i>Самостоятельная работа (СР) в т.ч. с учётом промежуточного и итогового контроля</i>	1,5	54				54
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины, подготовка к экзамену	1,5	54				54
Вид контроля:	Зачёт					

3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
1	2	3	4	5	6	9
1	Основные понятия и определения: опыт, план эксперимента, планирование эксперимента, цель планирования эксперимента.	2	2			
2	Основные методы планирования, применяемые на разных этапах исследования.	14	2	5		7
3	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований	14	2	5		7
4	Планы полного факторного эксперимента 2 ⁿ , особенности плана. Планы дробного факторного эксперимента, пример построения плана ДФЭ.	15	3	5		7
5	Насыщенные планы первого порядка. Применимость планов ПФЭ и пути повышения точности полиномов.	8	2			6
6	Планы второго порядка. Ортогональный центрально-композиционный план второго	9	2			7

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
	порядка.					
7	Постановка натурального эксперимента.	14	3	5	6	
8	Основы математического моделирования исследуемых процессов.	2	2			
9	Компьютерное моделирование процесса обработки деталей.	7	2	5		
10	Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров.	14	2	5	7	
11	Планы второго порядка с единичной областью планирования. Рототабельный план на основе правильного многоугольника при $n=2$	9	2		7	
	Итого:	108	24	30	54	

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся.

3.3. Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1	Основные понятия и определения: опыт, план эксперимента, планирование эксперимента, цель планирования эксперимента.	2
2	2	Основные методы планирования, применяемые на разных этапах исследования.	2
3	3	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований	2
4	4	Планы полного факторного эксперимента 2^n , особенности плана. Планы дробного факторного эксперимента, пример построения плана ДФЭ.	3
5	5	Насыщенные планы первого порядка. Применимость планов ПФЭ и пути повышения точности полиномов.	2
6	6	Планы второго порядка. Ортогональный центрально-композиционный план второго порядка.	2
7	7	Постановка натурального эксперимента.	3
8	8	Основы математического моделирования исследуемых процессов.	2
9	9	Компьютерное моделирование процесса обработки деталей.	2
10	10	Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров.	2
11	11	Планы второго порядка с единичной областью планирования. Рототабельный план на основе правильного многоугольника при $n=2$	2
		Итого:	24

Тематика практических (или семинарских) занятий

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
2	1	Основные методы планирования, применяемые на разных этапах исследования.	5
3	2	Разработка методики, рабочего плана и программы проведения научных исследований	5
4	3	Планы полного факторного эксперимента 2 ⁿ , особенности плана. Планы дробного факторного эксперимента, пример построения плана ДФЭ.	5
7	4	Постановка натурального эксперимента.	5
9	5	Компьютерное моделирование процесса обработки деталей.	5
10	6	Постановка проверочного эксперимента, замеры контролируемых параметров.	5
		Итого:	30

Программой дисциплины исследовательские лабораторные занятия не предусмотрены.

4. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором и экраном.

На лекционных занятиях демонстрируются презентации с помощью мультимедийных технологий.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Коган Е.А. Элементы теории вероятностей и математической статистики: учеб. пособие.- М., 2007

Дополнительная литература

1. Сидняев Н.И. Теория вероятности и математическая статистика – М.: Юрайт, 2011, 219 с.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 816 с.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения курса, помимо посещения лекций и семинаров, от аспирантов требуется самостоятельная работа в объеме не менее чем те часы, которые указаны для каждого раздела программы. В основном, это время отводится на самостоятельное решение задач. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

Одобрено на Учёном совете
ИМАШ РАН
Протокол № 4
«12» августа 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ
Временно исполняющий обязанности
директора ИМАШ РАН д.т.н., проф.
В.А. Глазунов
«19» августа 20 15 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ»

Направление подготовки
15.06.01 – Машиностроение

Направленность (профиль) программы
05.02.02 «Машиноведение, системы приводов и детали машин»

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная
Заочная

Москва
20 15

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих универсальных (УК), (общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2: способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

ОПК-3: способностью формировать и аргументировано представлять научные гипотезы;

ОПК-4: способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения;

ОПК-5: способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;

ОПК-6: способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций;

ПК-12: формулировать цели проекта (программы) при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, определение приоритетов решения задач;

ПК-13: разрабатывать технические задания на разработку новых эффективных технологий изготовления машиностроительных изделий, производств различного служебного назначения, средства и системы их инструментального, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения;

ПК-14: разрабатывать обобщенные варианты решения проектных задач, анализировать и выбирать оптимальные решения, прогнозировать их последствия, планировать реализацию проектов

ПК-15: применять знания о современных методах исследования;

ПК-16: сравнивать новые экспериментальные данные с данными принятых моделей для проверки их адекватности и при необходимости предлагать изменения для улучшения моделей;

ПК-17: использовать научные результаты и известные научные методы и способы для решения новых научных и технических проблем;

ПК-18: ставить и решать прикладные исследовательские задачи;

ПК-19: проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований;

ПК-20: разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, готовить отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований.

Этапы формирования компетенций в процессе изучения дисциплины.

Конечными результатами освоения программы освоения дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В результате изучения дисциплины «Методы планирования и обработка результатов научных экспериментов» обучающийся должен:

Знать:

- методы и средства научных исследований, используемых в машиностроении и направленных на обеспечение выпуска изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Уметь:

- использовать в практической деятельности методы и средства научных исследований при решении задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

Владеть:

- навыками использования методов и средств научных исследований в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;
- навыками использования методов и средств научных исследований для решения задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;

Применять:

- основные принципы планирования эксперимента, основания для выбора факторов и пределов варьирования, элементы математической статистики для проведения расчетов по результатам эксперимента, основы математического моделирования исследуемых процессов;
 - компьютерные технологии для моделирования процесса обработки деталей
- и демонстрировать способность и готовность* применять полученные знания в практической деятельности, направленной на применение современных методов исследования сложных технических задач.

2. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация аспирантов.

Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ИМАШ РАН – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ИМАШ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в обсуждениях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно).

Промежуточная аттестация аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в форме *зачёта* в соответствии с локальным актом ИМАШ РАН – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ИМАШ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является

обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме *зачёта* в период зачётно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению заместителю директора по научной работе). Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на зачете – *зачтено / не зачтено*.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачёта

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, знает особенности развития методологии научного исследования, имеет представление об особенностях и специфике научного исследования. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области методологии научного исследования. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Форма контроля знаний	Вид аттестации	Примечание
Опрос, Дискуссия	Текущая	Подготовка и ответ на семинарском занятии по заданным вопросам. Обсуждение проблематики предмета.
Домашнее задание: проверочные работы	Текущая	Домашнее задание: Оформление библиографического списка по теме диссертационного исследования
Зачёт	Промежуточная	Подготовка зачётного задания: Оформление статьи (по образцу статьи из списка ВАК по специальности) и реферата (по образцу автореферата диссертации) по тематике диссертационного исследования или на предложенную преподавателем тему

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа аспирантов (СРА) включает следующие виды работ: изучение теоретического (лекционного) материала, самостоятельные исследования и изучение теоретического материала по решению различных задач исследования операций, решение задач и упражнения, подготовка докладов для практических занятий, подготовка к дискуссиям по темам практических занятий.

Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Методы научных исследований, используемых в машиностроении.
2. Средства научных исследований, используемых в машиностроении.
3. Целевые функции.
4. Граничные условия.
5. Критерии приоритетности решения задач.
6. Принципы планирования эксперимента.
7. Кодирование факторов.
8. Математическое моделирование процесса обработки.
9. Проверка модели на адекватность.
10. Критерий Стьюдента.
11. Критерий Кохрена.
12. Критерий Госсета.
13. Постановка проектной задачи.
14. Обобщенный вариант решения.
15. Компьютерное моделирование процесса обработки.

Критерии оценки:

«зачтено»	Аспирант свободно владеет навыками анализа основных проблем, возникающих в современном научном мире. Отлично знает современные проблемы биомеханики; необходимые и достаточные условия для реализации поставленной задачи в рамках междисциплинарного подхода. На поставленные вопросы дает развернутый, четкий ответ, приводит примеры. Грамотно использует научную терминологию.
«не зачтено»	Аспирант не владеет навыками анализа основных проблем, возникающих в современном научном мире. Не знает современные проблемы биомеханики; необходимые и достаточные условия для реализации поставленной задачи в рамках междисциплинарного подхода. На поставленные вопросы не дает развернутый, четкий ответ, не приводит примеры. Неграмотно использует научную терминологию.

Задания для промежуточной аттестации Контрольные вопросы к зачету

1. Понятие опыта, эксперимента, цель эксперимента.
2. Понятие план эксперимента.
3. Отсеивающий эксперимент.
4. Эксперимент для дисперсионного анализа.
5. Регрессионный эксперимент.
6. Экстремальный эксперимент.
7. Функция отклика, геометрическая интерпретация функции отклика.
8. Разложение функции отклика в степенной ряд.
9. Выбор факторов, их кодирование. Пределы варьирования факторов
10. Ортогональное планирование эксперимента.
11. Насыщенные планы первого порядка.
12. Особенности плана полного факторного эксперимента.
13. Планы дробного факторного эксперимента.
14. Планы второго порядка.
15. Ортогональный центрально-композиционный план второго порядка.
16. Принципы экстраполяции.
17. Виды экстраполяции.

18. Компьютерное моделирование процесса обработки.
19. Обобщенный вариант решения.
20. Рототабельные планы.
21. Рототабельный ортогональный центрально-композиционный план.
22. Планы второго порядка с единичной областью планирования.

Критерии оценки:

«зачтено»	Аспирант отлично умеет самостоятельно осуществлять поиск специализированной научной литературы, выбирать наиболее эффективные методы и способы решения поставленной задачи; в соответствии с выбранными методами решения строить математическую модель с алгоритмом её реализации; анализировать полученные результаты. Отлично умеет сформулировать решаемую задачу; выбрать метод её решения и обосновать его применимость в данном случае. Аргументирует собственную позицию или точку зрения, обозначает наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы; отвечает без затруднений на все дополнительные вопросы.
«не зачтено»	Аспирант не умеет самостоятельно осуществлять поиск специализированной научной литературы, выбирать наиболее эффективные методы и способы решения поставленной задачи; в соответствии с выбранными методами решения строить математическую модель с алгоритмом её реализации; анализировать полученные результаты. Не умеет сформулировать решаемую задачу; выбрать метод её решения и обосновать его применимость в данном случае. Не может аргументировать собственную позицию или точку зрения, не обозначает наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы; не отвечает на все дополнительные вопросы.