



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ  
АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

Проректор по НР и И

\_\_\_\_\_ Воробьев В.В.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру**

**по дисциплине**

**ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК**

**(английский, немецкий)**

Программа РАЗРАБОТАНА:

заведующим кафедрой СЯП, канд. пед. наук

Е.В. Черняева

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Программа РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры специальной языковой подготовки (СЯП):

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. №

Заведующий кафедрой СЯП, канд. пед. наук, доцент

Е.В. Черняева

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Программа СОГЛАСОВАНА с начальником отдела подготовки кадров высшей квалификации

Л.В. Добродеева

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

## **1. Цель и задачи Программы вступительного испытания**

Целью вступительного испытания по дисциплине «Иностранный язык» является выявление подготовленности поступающих в аспирантуру к умению достаточно уверенно пользоваться наиболее употребительными и как относительно простыми, так и относительно сложными лексико-грамматическими средствами в основных коммуникативных ситуациях, владение общим, профессионально-ориентированным и функционально-обусловленным иностранным языком, определение способности к логически правильному мышлению, позволяющих обеспечить в будущем подготовку в аспирантуре к практическому применению профессионального иностранного языка, и подготовке к сдаче кандидатского экзамена по курсу «Иностранный язык».

Задачи вступительного испытания оценить:

- умения свободно читать тексты на иностранном языке в соответствующей отрасли знаний;
- умение адекватно извлекать основную информацию, содержащуюся в иностранном тексте;
- умение в течение короткого промежутка времени определить круг рассматриваемых в иностранном тексте вопросов и выявить основные положения автора;
- владение подготовленной монологической речью, а также неподготовленной монологической и диалогической речью в ситуации официального общения;
- содержательность, адекватность реализации коммуникативного намерения, логичность, связность, смысловая и структурная завершенность, нормативность речи;
- способность вести беседу на иностранном языке.

## **2. Требования к уровню подготовленности поступающего**

Для успешного прохождения вступительного испытания по данной дисциплине поступающий должен владеть знаниями, умениями и навыками в рамках ООП «Высшей школы»:

Знать:

- специфику артикуляции звуков иностранного языка, интонации и ритма речи;
- чтение транскрипции;
- основные особенности произношения;
- главные способы словообразования;
- лексический минимум в объёме 2500 лексических единиц общего, общественно-политического и терминологического характера;

- основные грамматические явления, обеспечивающие коммуникацию общего характера в объёме тематики и сфер общения, предусмотренных программой «Высшей школы», без искажения смысла высказывания при письменном и устном общении.

Уметь:

- читать вслух тексты с соблюдением произношения и деления предложения на смысловые синтагмы и их правильного интонационного оформления;

- вести монологическую и диалогическую речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств;

- распознавать грамматическую структуру предложения;

- правильно составлять вопросительные предложения;

- давать ответы на поставленные вопросы;

- правильно составлять собственные предложения на темы, предусмотренные программой «Высшей школы».

Владеть:

- навыками устного общения на социально-бытовые и общественно-политические темы в объёме лексики, предусмотренные программой «Высшей школы»;

- навыками монологической и диалогической речи на иностранном языке в пределах тематики и лексики, предусмотренные программой Высшей школы;

- начальными навыками перевода с иностранного языка и на иностранный язык различного рода документов.

### **3.1. Содержание Программы по английскому языку**

#### **Раздел 1. Грамматика.**

**Тема 1.1.** Многокомпонентные термины, группы существительного. Структура предложения. Система глагольных форм настоящего времени.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.2.** Система глагольных форм прошедшего времени. Система глагольных форм будущего времени. Действительный и страдательный залого.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.3.** Указания, инструкции, команды, побудительное наклонение. Смыслоразличительная роль суффиксов, префиксов, окончаний. Причастия I, II в функциях определения и обстоятельства, причастные обороты.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.4.** Цель выполнения действия. Внешне идентичные союзы и предлоги. Бессоюзные предложения.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.5.** Модальность, модальные глаголы и их заменители. Общие и специальные вопросы.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.6.** Многофункциональные слова. Степени сравнения прилагательных, наречий, причастий. Сослагательное наклонение.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.7.** Условные предложения. Функции инфинитива и инфинитивные обороты. Функции герундия и герундиальные обороты.

Литература: [1,3,5].

## **Раздел 2. Лексика разговорная.**

**Тема 2.1.** Автобиография. Мой рабочий день. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.2.** Человек и природа. Окружающая среда. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.3.** История становления авиации. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.5.** Разговорные формулы. Чтение, изучение и обсуждение страноведческих текстов. (о стране изучаемого языка).

Литература: [2,4 интернет ресурсы].

## **Раздел 3. Лексика профессиональная.**

**Тема 3.1.** Лексика, связанная с широким профилем будущей специальности (направленности) испытуемого.

Литература: [6, интернет ресурсы].

**Тема 3.2.** Чтение и перевод текстов по темам, связанным с будущей специальностью (направленностью) испытуемого и по темам, связанным с будущей научной работой испытуемого.

Литература: [6, интернет ресурсы].

## **3.2. Содержание Программы по немецкому языку**

### **Раздел 1. Грамматика.**

**Тема 1.1.** Многокомпонентные термины, группы существительного. Структура предложения. Система глагольных форм настоящего времени.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.2.** Система глагольных форм прошедшего времени. Система глагольных форм будущего времени. Действительный и страдательный залоги.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.3.** Указания, инструкции, команды, побудительное наклонение. Смыслоразличительная роль суффиксов, префиксов, окончаний. Причастия I, II в функциях определения и обстоятельства, причастные обороты.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.4.** Цель выполнения действия. Внешне идентичные союзы и предлоги. Бессоюзные предложения.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.5.** Модальность, модальные глаголы и их заменители. Общие и специальные вопросы.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.6.** Многофункциональные слова. Степени сравнения прилагательных, наречий, причастий. Сослагательное наклонение.

Литература: [1,3,5].

**Тема 1.7.** Условные предложения. Функции инфинитива и инфинитивные обороты. Функции герундия и герундиальные обороты.

Литература: [1,3,5].

## **Раздел 2. Лексика разговорная.**

**Тема 2.1.** Автобиография. Мой рабочий день. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.2.** Человек и природа. Окружающая среда. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.3.** История становления авиации. Чтение, изучение и обсуждение газетных статей на иностранном языке на социально-бытовые и общественно-политические темы.

Литература: [2,4, интернет ресурсы].

**Тема 2.5.** Разговорные формулы. Чтение, изучение и обсуждение страноведческих текстов. (о стране изучаемого языка).

Литература: [2,4 интернет ресурсы].

## **Раздел 3. Лексика профессиональная.**

**Тема 3.1.** Лексика, связанная с широким профилем будущей специальности (направленности) испытуемого.

Литература: [6, интернет ресурсы].

**Тема 3.2.** Чтение и перевод текстов по темам, связанным с будущей специальностью (направленностью) испытуемого и по темам, связанным с будущей научной работой испытуемого.

Литература: [6, интернет ресурсы].

#### **4. Методические указания по проведению и приему вступительного испытания в аспирантуру**

4.1. Для проведения вступительных испытаний Университет создаёт экзаменационные комиссии.

4.2. Сдача вступительного испытания проводится на английском или немецком языках.

4.3. Вступительное испытание проводится устно и включает в себя 3 задания:

1) Чтение и письменный перевод оригинального текста по специальности. Объем – 1 500 печатных знаков. Время выполнения работы – 45-60 минут. Форма проверки – передача основного содержания текста на иностранном языке в форме расширенного резюме. (образец текста Приложение 1)

2) Чтение и пересказ содержания газетной статьи на иностранном языке. Объем – 1 500 – 2 000 печатных знаков. Время выполнения задания - 10-15 минут. (образец текста Приложение 2)

3) Беседа с экзаменаторами на иностранном языке по вопросам, связанным с будущей специальностью, научной работой поступающего и общественно-политические и социально-бытовые темы.

#### **5. Оценка уровня знаний**

5.1. Оценка уровня знаний поступающего определяется экзаменационными комиссиями по 5-ти балльной системе.

5.2. Минимальное количество набранных баллов, считающееся успешным прохождением испытания – «3» балла.

5.3. Лица, не явившиеся без уважительных причин на вступительное испытание в назначенное по расписанию время, получают за него «0» баллов.

5.4. При выставлении баллов экзаменационная комиссия руководствуется следующими общими критериями:

**5 баллов – ставится поступающим, которые при ответе:**

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала; способны творчески применять свои знания к проведению будущих научных исследований;

- использует лексику, адекватно передающую содержание текста, и поступающий свободно излагает свои мысли;

- свободно владеют синонимическим и антонимическим рядом, эмоциональной лексикой, идиоматическими выражениями для достижения коммуникативной цели высказывания;

- в соответствии с коммуникативной целью высказывания использует широкий спектр грамматических структур, в целом, речь свободна от грамматических ошибок, допускаются оговорки, которые поступающие сами исправляют в процессе говорения, также допускается небольшое количество грамматических ошибок, но они не приводят к искажению смысла;

- речь: беглая и ритмичная, правильно интонирована, произношение слов корректно, могут встречаться некоторые ошибки в произношении, но они не препятствуют правильному пониманию сообщения;

- способны вести беседу на иностранном языке, легко взаимодействовать с речевым партнёром в условиях иноязычного общения и адекватно реагировать на его реплики, подключая фактическую информацию, выражая своё мнение и отношение и давая комментарии по проблеме;

- владеют техникой ведения беседы (начать и закончить разговор, расспросить, дать информацию, побудить к действию, может помочь собеседнику выразить своё мнение, при затрагивании дискуссионных вопросов следует социокультурным нормам вежливости);

- в случае речевого недопонимания использует технику выхода из затруднительных коммуникативных ситуаций;

- способны к инициативной речи.

**4 балла – ставится поступающим, которые при ответе:**

- обнаруживают твёрдое знание программного материала;
- излагают свои мысли, но испытывают затруднения в выборе лексических средств, высказывания могут содержать отдельные нарушения лексических норм, которые не препятствуют достижению коммуникативной цели высказывания;

- использует разнообразные грамматические структуры и демонстрирует хороший уровень контроля грамматической правильности своей речи, встречаются отдельные грамматические ошибки, но они не искажают смысл высказывания, поступающие стараются исправить ошибки, но это происходит не всегда и иногда требует определённого времени;

- демонстрируют нормальный темп речи, владение базовыми интонационными моделями, в речи допускают паузы, нарушение норм произношения не затрудняет восприятие высказывания;

- способны легко вести беседу, могут без особых трудностей участвовать в речевом взаимодействии, включая фактическую информацию и выражая своё мнение по проблеме, но не всегда следят за собеседником и им не всегда удаётся спонтанно отреагировать на реплики речевого партнёра, некоторые реплики ими не совсем понимаются, но они и не стремятся уточнить предмет разговора, избегает расспросов;

- испытывают некоторые трудности при выборе стратегии ведения беседы и выхода из затруднительных положений;

- не всегда склонны к использованию инициативной речи.



### **3 балла – ставится поступающим, которые при ответе:**

- в основном знают программный материал в объёме, необходимом для проведения будущих научных исследований;
- использует ограниченный набор лексических средств и испытывают определённые затруднения в их подборе, высказывания содержат нарушения лексических норм, которые препятствуют достижению коммуникативной цели высказывания и затрудняют восприятие текста на слух;
- не демонстрирует разнообразия грамматических структур, в ответе присутствует большое количество грамматических ошибок, что приводит к искажению смысла отдельных предложений, навыки самоконтроля практически не развиты, исправление ошибок не осуществляется;
- темп речи замедленный, слабо владеют интонационными моделями и интонация обусловлена влиянием родного языка, в речи допускает большое количество пауз, что приводит к затруднению восприятия речи;
- могут определить необходимость той или иной информации при выражении своего мнения, им необходимы объяснения и пояснения речевых реплик партнёра, их ответы просты и иногда нерешительны;
- не всегда соблюдают временной регламент беседы, часто делают неоправданные паузы, что нарушает речевое общение между партнёрами;
- иногда нелогичны в своих высказываниях, легко сбиваются на заученном тексте;
- почти неспособны к инициативной речи.

### **2 балла – ставится поступающим, которые при ответе:**

- обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала;
- используют ограниченный набор простых лексических средств и заученных конструкций, при этом грубо нарушая лексические нормы, что затрудняет восприятие текста на слух или же делает это восприятие просто невозможным;
- демонстрируют ограниченное количество грамматических структур, в ответе присутствует большое количество грамматических ошибок, что приводит к затруднению понимания смысла всего текста;
- навыки самоконтроля не развиты, исправление ошибок не осуществляется;
- темп речи очень медленный;
- не владеют интонационными моделями, интонация обусловлена влиянием родного языка, длительные паузы и нарушение норм произношения препятствуют пониманию речи, иногда создавая впечатление, что поступающие сами не понимают, что говорит;
- не способны выразить своё мнение на иностранном языке, даже при условии пояснений и помощи со стороны партнёра, их ответы не соответствуют лексико-грамматическим нормам и не понятны партнёру.
- не адекватно реагируют на реплики собеседника, неспособны к речи.

## **6. Рекомендуемые учебно-методические и Интернет-ресурсы**

### **Английский язык**

#### ***а) основная литература:***

1. Чикагская конвенция. Технические Приложения к Чикагской конвенции, Annexes №№ 1-18
2. Романовская Н.В., Черняева Е.В., Зеленкова С.К., “English for Every Social Occasion” Пособие по англ. языку ч.1 и ч.2. – М.: МГТУ ГА/ Эл. версия НТБ, mstuca.aero, 2012, УМО
3. Н.В. Романовская, Е.В. Черняева, «Пособие по переводческой грамматике английского языка». – М.: МГТУ ГА, mstuca.aero, 2011
4. Н.В.Романовская, Т.А.Борзенко, С.К.Зеленкова, Е.В.Черняева, «Аэропорты, их структура, деятельность и взаимодействие с авиакомпаниями», Москва 2007.
5. Шахова Н.И., Рейнгольд В.Г., Салистра В.И., Learn to read science курс английского языка для аспирантов, Москва «Наука» 1980
6. Оригинальные тексты из англоязычных научных журналов, связанные по тематике с избранной специальностью (направленностью) и, связанные с научной работой испытуемого. (В связи со спецификой данной дисциплины «Иностранный язык» данная литература размещена на специализированных сайтах).

#### ***б) дополнительная литература:***

1. Марасанов В.П., Англо-русский словарь по гражданской авиации. Москва. Русский язык, 2000г.
2. Longman. «Dictionary of Contemporary English», 2000.
3. MACMILLAN Advanced Dictionary, 2000.
4. Мюллер В.К. Новый англо-русский словарь, 160000 слов, Москва 2001.
5. Григорьев В.Б. «Английский язык для студентов авиационных ВУЗов и техникумов». Учебное пособие Москва-Астрель-АСТ-2002г.
6. Зильберман Л.И. Пособие по обучению чтению английской научной литературы (структурно-семантический анализ текста). – М.: Наука, 1981.
7. Крупаткин Я.Б. Читайте английские научные тексты. – М.: Высшая школа, 1991.
8. Курашвили Е.И. Английский язык: Пособие по чтению и устной речи для технических вузов. – М.: Высшая школа, 1991.
9. Столяр В.Г. «Приступаем к изучению английских фразовых глаголов», «Гелиос АРВ», М., 2002.
10. Общие и отраслевые словари

#### ***в) интернет-ресурсы***

1. <http://www.mintrans.ru> –официальный сайт Министерства транспорта РФ;
2. <http://www.gks.ru/> - официальный сайт Федеральной службы государственной статистики;
3. <http://www.favt.ru/> - Федеральное агентство воздушного транспорта;

4. <http://www.mlgvs.ru/library.html#search> - Центральная нормативно-методическая библиотека ГА;
5. информационно-справочная база учебно-методического материала;
6. <http://lib.mstuca.ru> - электронные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы.
7. <http://www.macmillanenglish.com>
8. <http://www.faa.gov>
9. <http://www.airbus.com>
10. <http://www.bbc.co.uk>
11. <http://www.nts.gov.com>
12. <http://www.aviationherald.com>
13. <http://www.independent.co.uk>
14. [www.cnn.com](http://www.cnn.com)
15. [www.guardian.co.uk](http://www.guardian.co.uk)
16. [www.the-times.co.uk](http://www.the-times.co.uk)
17. [www.uexpress.com](http://www.uexpress.com)
18. <http://www.britannica.com>
19. [www.royal.gov.uk](http://www.royal.gov.uk)
20. [www.EnglishListening.com](http://www.EnglishListening.com)
21. [www.englishlistening.com](http://www.englishlistening.com)
22. [www.Merriam-WebsterOnline.com](http://www.Merriam-WebsterOnline.com)
23. <http://www.englishgrammarsecrets.com>
24. [www.GrammarNOW.com](http://www.GrammarNOW.com)
25. [www.GrammarBytes.com](http://www.GrammarBytes.com)

### **Немецкий язык**

#### ***а) основная литература:***

1. Нарустранг Е.В. Практическая грамматика немецкого языка. – Санкт-Петербург: Союз, 1998.
2. Виноградова В.С. Zu Besuch in Deutschland. Практикум по немецкому языку. – Санкт-Петербург, 1995.
3. В.М. Завьялова. Грамматика немецкого языка (справочник). М., Высшая школа, 1996
4. Гяч Н.В. Пособие по развитию навыков устной речи по теме «Международные научные связи» (немецкий язык). – Л.: Наука, 1980.
5. Макарова М.М., Бобковский Г.А., Практический курс перевода научно-технической литературы немецкий язык, издание третье, исправленное и дополненное, Москва 1972 , Военное издательство Министерства Обороны СССР
6. Оригинальные тексты из немецкоязычных научных журналов, связанные по тематике с избранной специальностью (направленностью) и, связанные с научной работой испытуемого. (В связи со спецификой данной дисциплины «Иностранный язык» данная литература размещена на специализированных сайтах).

***б) дополнительная литература:***

1. Зак Р., Васильева М.М. Коммерческая корреспонденция (на немецком языке). – Deutsche Handelskorrespondenz. – М.: Логос, 1996.
2. Дрейер/Шмидт. Грамматика немецкого языка. – Санкт-Петербург: Изд-во «Специальная литература», 2000.
3. Общие и отраслевые словари

***в) интернет-ресурсы***

4. <http://www.mintrans.ru> –официальный сайт Министерства транспорта РФ;
5. <http://www.gks.ru/> - официальный сайт Федеральной службы государственной статистики;
6. <http://www.favt.ru/> - Федеральное агентство воздушного транспорта;
7. <http://www.mlgvs.ru/library.html#search> - Центральная нормативно-методическая библиотека ГА;
8. информационно-справочная база учебно-методического материала;
9. <http://lib.mstuca.ru> - электронные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы
10. Die Welt (<http://www.welt.de>)
11. Süddeutsche Zeitung (<http://www.sueddeutsche.de>)
12. Spiegel (<http://www.spiegel.de>)
13. <http://diepresse.com>
14. [www.stufen.de](http://www.stufen.de)
15. <http://www.deutschlern.net>
16. <http://www.deutschesprache.ru>
17. специализированные отраслевые и научные сайты.

Пример задания 1:

Прочтите и переведите письменно текст

**1. Battery modeling**

The battery models presented in literature mainly fall into the following three main categories: the physics-based electrochemical models, the electrical equivalent circuit models (include the integral-order and fractional-order models), and the data-driven models establish by artificial intelligence algorithms such as the neural network and support vector machine.

The single-particle (SP) model is the most mature simplified model for the physics-based electrochemical models. In the SP model, a single particle is used to represent the concentration distribution of lithium-ion in the electrode. The SP model can be used to investigate the primary performance and the effect of solid-phase diffusion of the electrodes. However, the accuracy of the SP model is relatively low. Grandjean et al. established the SPMe model based on the SP model. The model considers the influence of electrolyte on the output voltage, and proposes a partial differential equation for liquid electrolyte material conservation and charge conservation, which improves the simulation accuracy. They also solved the problem of multi-parameter estimation in SPMe and conducted sensitivity analysis on these parameters.

Doyle and Newman et al. presented the pseudo-two-dimensional (P2D) model. The P2D model treats the anode and cathode of the cell as porous electrodes composed of numerous spherical particles, and the spaces between particles are filled with the electrolyte. The concentration distribution and potential distribution of the lithium-ion in the electrolyte liquid phase and the solid phase of the electrode material particles are described by several coupled partial differential equations (PDEs), so as to comprehensively examine the main reaction and side reaction rates inside the cell. Since the P2D model contains several coupled PDEs, it is necessary to simplify the P2D model from the perspective of engineering practice. Furthermore, some coupled battery models have been proposed to represent different features of battery. A P2D electrochemical-thermal-capacity fade coupled model was developed in Ref. [18] Proposed a fully coupled electro-chemo-mechanical model for thin-film battery, which accounted for several mechanical and electrochemical factors. One of the main reasons that the physics-based electrochemical models are difficult to apply in real-time applications is due to a large number of unknown variables need to be identified using global optimization methods. Inevitably, they are likely to run into over-fitting or local optimization problems. In the absence of accurate and detailed model parameters, the simulation results of the actual physics-based electrochemical models are often not ideal.

Пример задания 2:

Прочтите и перескажите содержания газетной статьи на иностранном языке.

**A comprehensive review of battery modeling and state estimation approaches for advanced battery management systems.**

Yujie Wang, Jiaqiang Tian, Zhendong Sun, Li Wang, Ruilong Xu, Mince Li, Zonghai Chen \*

*Department of Automation, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, 230027, PR China*

**Introduction**

Energy storage technology is one of the most critical technology to the development of new energy electric vehicles and smart grids [1]. Benefit from the rapid expansion of new energy electric vehicle, the lithium-ion battery is the fastest developing one among all existed chemical and physical energy storage solutions [2]. In recent years, the frequent fire accidents of electric vehicles have pushed electric vehicles to the subject of public opinion, and also put forward high requirements and challenges for battery management technology [3]. As one of the key components of electric vehicles, the lithium-ion battery management system (BMS) is crucial to the industrialization and marketization of electric vehicles. Therefore, developing advanced and intelligent BMSs for the lithium-ion battery packs has become a hot research topic.

The main technical difficulties restricting the development of battery management technology can be concluded in the following three aspects: (1) the lithium battery system is highly nonlinear, with multi-spatial scale (such as nanometer active materials, millimeter cell, and meter battery pack, etc.) and multi-time scale aging, making it difficult to accurately modeling; (2) the internal states of the battery cannot be obtained by direct measurement approach and is easily affected by environmental temperature, noise, etc. The upsizing of power batteries reduces the representativeness of measured values, and reduces the predictability of battery states, which makes it hard to accurately estimate the internal states of the battery; (3) the inconsistencies of the battery cells directly influence the efficiency of the pack, which increases the hidden danger of the battery. Some effective safety measures on small battery systems have little effect on electric vehicles, and the efficient and accurate control of the battery pack is difficult. Therefore advanced BMSs should be designed to solve the above problems [4,5].

The functional structure diagram of an advanced BMS is shown in Fig. 1. The key features of the battery management system is shown in Fig. 2. The basic functions of a BMS include battery data acquisition, modeling and state estimations, charge and

discharge control, fault diagnosis and alarm, thermal management, balance control, and communication. Battery modeling and state estimation are key functions of the advanced BMS. Accurate modeling and state estimation can ensure reliable operation, optimize the battery system and provide a basis for safety management [6].

In this paper, the hotspots of modeling and state estimation in battery management are selected to discuss. The basic theory and application methods of battery system modeling and state estimation are reviewed systematically. The most commonly used battery models including the physics-based electrochemical models, the integral and fractional-order equivalent circuit models, and the data-driven models are compared and discussed. The battery states including the state-of-charge (SOC), state-of-energy (SOE), state-of-power (SOP), state-of-function (SOF), state-of-health (SOH), remaining useful life (RUL), remaining discharge time (RDT), state-of-balance (SOB), and state-of-temperature (SOT) and their estimation approaches are reviewed and discussed. Moreover, the challenges and outlooks of the research on battery modeling and state estimation are proposed.