



---

---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**

---

---

Факультете энергетики и электроники

Кафедра «Турбиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель приемной комиссии,  
ректор БГТУ

О.Н. Федонин

«01» июня 2020 г.



## **ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний**

**для поступающих на направление подготовки**


**13.04.03 – Энергетическое машиностроение,**

**направленности (профили): «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», «Газотурбинные агрегаты газокompрессорных станций»**

Брянск 2020


Программа вступительных испытаний для поступающих на направление подготовки магистратуры 13.04.03 – Энергетическое машиностроение, направленность (профиль): «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», «Газотурбинные агрегаты газокompрессорных станций».

Разработал:  
Заведующий кафедрой  
«Турбиностроение»  
канд. тех. наук, доцент

  
/Осипов А.В./

Программа вступительных испытаний рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Турбиностроение»: протокол № 7 от «29» мая 2020г.

Заведующий кафедрой  
канд. тех. наук, доцент

  
/Осипов А.В.

Начальник управления  
профориентации, подготовки  
и набора абитуриентов,  
ответственный секретарь  
приемной комиссии

  
/Высоцкий А.М./

© Осипов А.В.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в магистратуру по направлению 13.04.03 – Энергетическое машиностроение, направленность (профиль): «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», «Газотурбинные агрегаты газокompрессорных станций». (далее - магистратура) проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, вуз, БГТУ) самостоятельно.

Вступительное испытание при приеме в магистратуру проводится на государственном языке Российской Федерации в форме междисциплинарного письменного экзамена.

Междисциплинарный письменный экзамен представляет собой испытание по профессионально ориентированным междисциплинарным проблемам. В основу экзаменационных вопросов положены квалификационные требования, предъявляемые к бакалаврам по направлению подготовки 13.03.03 – Энергетическое машиностроение, определенные федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО).

Вступительные испытания могут проводиться:

- 1) при личном присутствии в Университете претендента на обучение в магистратуру (контактный формат);
- 2) при отсутствии в Университете претендента на обучение в магистратуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в Университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в Университете претендента на обучение в магистратуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у абитуриента исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в Университете для прохождения вступительных испытаний;
- при нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим абитуриенту лично присутствовать в Университете при прохождении вступительных испытаний,

относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для абитуриентов-инвалидов и абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы Университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом повышенной готовности техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя Университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в Университет.

Решение о формате прохождения абитуриентом вступительного испытания принимает приемная комиссия Университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех абитуриентов.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения абитуриента заблаговременно.

При проведении междисциплинарного письменного экзамена Университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференц-связь, электронная почта, компьютерное тестирование.

## **2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ**

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате – 2 астрономических часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 5 вопросов. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах, представлен в п. 4 настоящей программы.

За отведенное время абитуриент должен представить письменные развернутые ответы на каждый вопрос экзаменационного билета. Ответы абитуриент записывает на бланке приемной комиссии Университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов).

За ответы на вопросы экзаменационного билета может быть начислено:

- за ответ на первый вопрос билета (вопросы №1...25 из п. 4 настоящей программы) – до 20 баллов;
- за ответ на второй вопрос билета (вопросы №26...49 из п. 4 настоящей программы) – до 20 баллов;
- за ответ на третий вопрос билета (вопросы №50...59 из п. 4 настоящей программы) – до 20 баллов;
- за ответ на четвертый вопрос билета (вопросы №60...65 из п. 4 настоящей программы) – до 20 баллов;
- за ответ на пятый вопрос билета (вопросы №66...77 из п. 4 настоящей программы) – до 20 баллов;

Применяются критерии оценки знаний, представленные в таблице 1.

Методика выставления оценки базируется на совокупной оценке всех членов экзаменационной комиссии, сформированной на основе независимых оценок каждого члена комиссии. Итоговая оценка абитуриента за вступительный междисциплинарный экзамен рассчитывается как сумма полученных баллов за ответы на все вопросы экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по экзамену - 40 баллов, максимальная оценка – 100 баллов.

После проверки результатов междисциплинарного письменного экзамена комиссия может провести индивидуальное собеседование с абитуриентом для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у абитуриента несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного междисциплинарного экзамена («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

**Таблица 1 - Критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного междисциплинарного письменного экзамена**

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
<b>Вопросы 1...5</b>	
18-20	<ul style="list-style-type: none"><li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li><li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %;</li><li>- на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и</li></ul>

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
14-17	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70–89%;</li> <li>- на 70 – 89% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
8-13	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.</li> </ul>
0-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриента осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>

### **3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ**

Вступительное испытание в дистанционном формате, как правило, проводится в виде компьютерного тестирования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности абитуриента в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется абитуриентом через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по столбальной шкале (100 баллов), т.е. максимальная оценка – 100 баллов.

Компьютерный тест содержит фиксированное количество вопросов.

Правильное выполнение каждого тестового задания оценивается определенным количеством баллов. При неполном (частичном) выполнении тестового задания сумма баллов за него пропорционально уменьшается с математическим округлением до целого числа баллов. При неправильном выполнении или невыполнении тестового задания, баллы за него не начисляются.

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи абитуриентом вступительного испытания.

Основные параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру, приведены в таблице 2.

Набор тестовых заданий формируется индивидуально для каждого абитуриента в ЭИОС Университета автоматически. При этом, по каждому вопросу из перечня вопросов, выносимых на вступительные испытания (см п. 4 программы) может содержаться несколько тестовых заданий различных видов (см п. 6 программы).

**Таблица 2 – Параметры компьютерного теста, применяемого для аттестации абитуриента по вступительному испытанию для поступления в магистратуру по направлению 13.04.03 – Энергетическое машиностроение, направленность (профиль): «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», «Газотурбинные агрегаты газокompрессорных станций».**

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра	Единицы измерения
1.	Количество вопросов (тестовых заданий) в тесте	25	штуки
2.	Минимальное количество баллов для аттестации по вступительному испытанию	40	баллы
3.	Максимальное количество баллов	100	баллы
4.	Время, отведенное на прохождение теста	60	минуты

Вступительное испытание в форме компьютерного тестирования проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени и может быть записано техническими средствами Университета.

Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до абитуриента путем размещения информации в личном кабинете абитуриента, а также, в случае необходимости, по другим доступным каналам связи (посредством передачи по электронной почте, СМС-уведомлением, путем объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.).

Абитуриент самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;

- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на абитуриента, обеспечивающую передачу видеоизображения или аудиовидеоинформации;

- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между абитуриентом и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета абитуриент получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку абитуриента по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места абитуриента к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриентом (прокторинга). В случае применения Университетом системы прокторинга абитуриент информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии Университета, в том числе, в случае подачи абитуриентом апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается Приемной комиссией Университета при вынесении решения о



результатах сдачи абитуриентом вступительного испытания и/или апелляционной комиссией Университета в случае подачи абитуриентом апелляции.

Процедуре прохождения абитуриентом компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая осуществляется путем демонстрации абитуриентом на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) абитуриента и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением абитуриента.

Если абитуриент отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия абитуриента по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении компьютерного тестирования, абитуриент **обязан**:

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС Университета третьим лицам;

- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;

- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;

- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса тестирования;

- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;

- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);

- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;

- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и

компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы прокторинга, нарушений абитуриентом указанных выше обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении абитуриенту оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

В случае сбоев в работе оборудования и (или) канала связи на протяжении более 10 минут со стороны поступающего, прохождение вступительного испытания им прекращается, о чем составляется акт.

В течение рабочего дня проведения вступительного испытания поступающий должен проинформировать Приемную комиссию Университета (телефон, электронная почта) о причине сбоя со своей стороны. Обращение рассматривается Приемной комиссией в течение 1 рабочего дня и принимается решение о признании причины сбоя уважительной или не уважительной. При необходимости у поступающего могут быть запрошены документы, подтверждающие причину сбоя (болезнь, чрезвычайная ситуация, стихийное бедствие, отсутствие электричества, иные обстоятельства). При наличии уважительной причины сбоя со стороны обучающегося, а также в случае, если сбой произошел со стороны Университета, поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день (резервное время) в соответствии с расписанием.

В случае невыхода поступающего на связь в течение 15 минут или более с начала проведения вступительного испытания, он считается неявившимся, при этом поступающему предоставляется возможность пройти вступительное испытание в резервный день в соответствии с расписанием.

Все спорные случаи рассматриваются Приемной комиссией Университета в индивидуальном порядке.

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ**

1. Принципиальные схемы и тепловые циклы паро- и газотурбинных установок для электростанций, использующих органическое и ядерное топливо.
2. Конструкция и расчет на прочность турбинных валов.
3. Преобразование энергии в ступени турбины. Расчет турбинной ступени методом треугольников скоростей.
4. Способы парораспределения в ПТУ.

5. Характеристики компрессора.
6. Распределение давлений по ступеням при изменении режима работы турбины.
7. Системы маслоснабжения турбоустановок.
8. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии.
9. КПД энергетической машины. Параметрические и конструктивные способы влияния на величину КПД.
10. Треугольники скоростей осевой турбинной ступени.
11. Техничко-экономические основы выбора конструкции турбины.
12. Расширение пара в косом срезе лопаточной решетке.
13. Тепловой процесс в многоступенчатой турбине. Преимущества и недостатки многоступенчатых турбин. Выбор конструкции многоступенчатых турбин.
14. Экспериментальные исследования потоков жидкостей и газов в турбомашине. В чем различие физического и вычислительного эксперимента?
15. Характеристические коэффициенты осевой ступени турбомашин. Взаимодействие рабочего тела с лопаточным аппаратом турбомашин, Теорема Эйлера.
16. Рабочие лопатки, их вибрационная прочность. Обеспечение вибрационной надежности лопаточного аппарата.
17. Тепловой расчет и проектирование проточной части паровой турбины.
18. Требования, предъявляемые к модели.
19. Потери энергии в турбинной ступени.
20. Схемы ГТУ с охлаждаемой турбиной.
21. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, энтропия.
22. Тепловой процесс турбинной ступени в I-S диаграмме с учетом всех потерь энергии. Относительный внутренний КПД турбинной ступени и способы его повышения.
23. Переменный режим работы ступени. Обобщенные характеристики турбинных ступеней.
24. Лабиринтовые уплотнения (устройство, принцип действия, методы расчета). Тепловой процесс лабиринтового уплотнения в тепловой диаграмме. Альтернативные типы уплотнений в турбомашине.
25. Осевое усилие, действующее на ротор турбомашин. Факторы, определяющие осевое усилие на ротор турбомашин. Способы снижения осевого усилия.
26. Вредные выбросы ГТУ, способы их снижения.
27. Комбинированные циклы и схемы парогазовых установок. Тепловая

эффективность установок и методы ее повышения.

28. Пути снижения потерь энергии в проточной части турбины. Назначение диффузора за последней ступенью (изобразить процесс расширения газа в T–S (I–S) диаграмме). Типы применяемых диффузоров.

29. КПД ГТУ. Параметрические и конструктивные способы влияния на величину КПД ГТУ.

30. Особенности проектирования ступеней большой веерности.

31. Техничко-экономические показатели турбоустановок.

32. Осевые усилия в турбинах, их расчет и методы уравнивания.

33. Коэффициент использования выходной кинетической энергии в проточной части турбин. Снижение потерь с выходной скоростью в турбомашинах.

34. Концевые уплотнения.

35. Основные виды потерь в ступени. Влияние основных геометрических и режимных параметров на КПД.

36. Необходимость охлаждения деталей ГТУ, способы охлаждения, их температурные границы, потери и затраты на охлаждение.

37. Тепловой расчет газовой турбины.

38. Циклы турбинных установок с регенерацией тепла, их основные характеристики, преимущества и недостатки.

39. Основные виды потерь в ступени. Влияние основных геометрических и режимных параметров на КПД.

40. Конструкция и расчет на прочность турбинных лопаток.

41. Причины формирования и методы снижения вибрации деталей энергетических машин.

42. Регулирующие органы паровых и газовых турбин.

43. Расчет тепловой схемы ПТУ с регенеративным подогревом питательной воды.

44. Располагаемая работа в турбине. Потери энергии в турбине.

45. Многоступенчатый осевой компрессор. Неустойчивые режимы в работе компрессора. Универсальная характеристика компрессора.

46. Влияние влажности на основные характеристики ступени паровой турбины. Сепарация влаги из проточной части паровой турбины. Выносные сепараторы-пароперегреватели турбин атомных электростанций (АЭС).

47. Степень реактивности и коэффициент расхода ступени.

48. Материалы, используемые в турбостроении. Условия работы металлов в паровых и газовых турбинах. Свойства сталей и сплавов.

49. Принципиальные схемы и тепловые циклы паро- и газотурбинных установок для электростанций, использующих органическое и ядерное топливо.

50. Турбинные и компрессорные решетки, их классификация. Геометрические и аэродинамические характеристики решеток турбомашин.
51. Законы сохранения в потоке жидкости и газа. Характерные скорости и параметры течения в произвольно сечении одномерного.
52. Работа сжатия, основные характеристики и треугольники скоростей осевых турбокомпрессоров.
53. Ступени с парциальным подводом рабочего тела. Влияние степени реактивности на осевое усилие в турбине.
54. Тензометрическое моделирование, поляризационно-оптический метод, метод сеток, метод лаков при исследовании напряженного состояния деталей энергетических машин.
55. Условия работы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Термический КПД ПТУ и ГТУ.
56. Термодинамический анализ циклов энергетических машин.
57. Влияние влажности и охлаждения на основные характеристики ступени паровой и газовой турбин. КПД энергетической машины.
58. Техничко-экономические показатели энергетических машин.
59. Материалы, используемые в турбостроении. Условия работы металлов в паровых и газовых турбинах. Свойства сталей и сплавов, применяемых в турбостроении, и требования к ним.
60. Защитные устройства турбинных установок.
61. Камеры сгорания ГТУ. Расчет КС.
62. Тепловой процесс в камере сгорания. Конструкции камер сгорания.
63. Основные понятия термодинамики.
64. Пуск газотурбинной установки.
65. Экологическая безопасность турбоустановок.
66. Методы неразрушающего контроля деталей энергетических машин: оптико-визуальный, капиллярный, магнитно-порошковый, вихретоковый, ультразвуковой, радиографический.
67. Какие экспериментальные стенды используются для вращающихся моделей?
68. Многоступенчатые турбины со ступенями скорости и давления.
69. Предельная мощность однопоточной паровой и газовой турбины. Пути повышения предельной мощности турбины.
70. Методы расчета напряженного состояния деталей турбин.
71. Процесс пуска и останова ПТУ.
72. Экспериментальные исследования турбоустановок.
73. Диски, их прочность и вибрации. применяемых в турбостроении, и требования к ним.

74. Тензометрическое моделирование, поляризационно-оптический метод, метод сеток, метод лаков при исследовании напряженного состояния деталей энергетических машин.

потока газа.

75. Критерии качества автоматической системы регулирования энергетических машин.

76. Конструкция подшипников турбомашин.

77. Снижение токсичности отработанных газов.

#### 4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

*Основная литература.*

1. Основы современной энергетики, т.2, Современная теплоэнергетика, под ред. Трухния А.Д., 2008.

2. Паровые и газовые турбины для электростанций: учебник для ВУЗов. Под ред. А.Г. Костюка. М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

3. Осипов, А.В. Тепловой расчет проточной части паровых турбин [Текст]+[Электронный ресурс]: учеб. пособие /А.В. Осипов, А.В. Бирюков. – Брянск: БГТУ, 2012. – 120с.

4. Костюк, А.Г. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов. – 2-е перераб. и доп. /А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний: Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488с.

5. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. Совет: К.В. Фролов (пред.) М38 и др. – М:Машиностроение.

Турбинные установки. Т1V – 19/В.А. Рассохин, Л.А. Хоменок, В.Б. Михайлов и др.; под ред. Ю.С. Васильева. 2015. – 1030 с., ил.

6. Костюк, А.Г. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов. – 2-е перераб. и доп. /А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний: Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488с.

7. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учеб. пособие для вузов /С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов. Под. Ред. С.В. Цанева.– М Издательство МЭИ, 2002.-584с.

8. Костюк, А.Г. Турбины тепловых и атомных электрических станций: Учебник для вузов. – 2-е перераб. и доп. /А.Г. Костюк, В.В. Фролов, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний: Под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 488с.

9. Ревзин, Б.С. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом:

Учебное пособие / Б.С. Ревзин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002.–269 с.

10. Рогалев, В.В. Механика жидкости и газа [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2011. – 136 с.

11. Попков, В.И. Механика жидкости и газа: основные понятия, формулы и уравнения [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Попков. – Брянск, БГТУ, 2016. – 248 с.

12. Костюк, А.Г. Динамика прочность турбомашин: Учебник для вузов. – 5-е перераб. и доп.

*Дополнительная литература.*

1. Кириллов, И.И. Теория турбомашин /И.И. Кириллов.-Л.: Машиностроение, 1972. -536с.

2. Щегляев, А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин. Учеб. для вузов /А.В. Щегляев. –М.: Энергоатомиздат, 1993. - Кн.1-384с.; Кн.2-416с.

3. Кириллов, И.И. Паровые турбины и паротурбинные установки /И.И. Кириллов, В.А. Иванов, А.И. Кириллов. –Л.: Машиностроение, 1978. - 276с.

4. 11. Кудинов А.А. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 2008. – 368 с.

5. Базаров И.П. Термодинамика: Учеб. пособие для вузов /И.П. Базаров–Л. Издательство Лань, 2010. - 384с.

## **6. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

### ***6.1. Пример тестового задания с одним вариантом ответа***

#### **Вопрос 1**

По какому циклу работают современные паротурбинные установки?

**Варианты ответов:**

1. По циклу Отто.
2. По циклу Брайтона.
3. По циклу Ренкина
4. По циклу Карно.

#### **Вопрос 2**

**При какой начальной температуре газов в ГТУ необходимо применять охлаждение элементов проточной части газовой турбины?**

**Варианты ответов:**

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. 300....450 °С. | 3. 600....900 °С. |
| 2. 450....600 °С. | 4. Выше 950 °С.   |

### **Вопрос 3**

Какой цикл ГТУ более эффективен при одинаковой степени повышения давления?

#### **Варианты ответов:**

1. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме.
2. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении.
3. Цикл со смешанным подводом теплоты.
4. Все циклы имеют примерно одинаковую эффективность.

### ***6.2. Пример тестового задания с несколькими вариантами ответов***

#### **Вопрос 1**

К каким последствиям приводит повышение начальной температуры продуктов сгорания в ГТУ?

#### **Варианты ответов:**

1. Увеличение потерь на трение в подшипниках.
2. Увеличение оптимальной степени повышения давления в цикле.
3. Увеличение внутреннего КПД ГТУ.
4. Уменьшение внутреннего КПД ГТУ.