УДК 62-521

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-50-2-109-115

Ф.З. Габдрафиков, И.Г. Галиев, У.С. Галиакбаров

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ В РЕЖИМЕ ПРЕДПУСКОВОГО ПОДОГРЕВА

Ключевые слова: *тракторный дизель; тепловой аккумулятор; предпусковой подогрев; математическая модель; аккумулятор фазового перехода.*

Введение. Для тракторных дизелей наиболее неблагоприятным режимом работы является эксплуатация при низких температурах окружающей среды из-за затрудненного запуска и повышенного расхода топлива [3, 18–21]. Исследования, проведенные в ряде сельхозпредприятий Республики Башкортостан, показали, что дизели машинно-тракторных агрегатов эксплуатируются практически весь год, при этом большую часть времени при низких температурах. И, как следствие, за сезон работы перерасход топлива

вырастает до 15...20 %. Процесс запуска дизеля и длительная подготовка техники к нагрузочной работе обуславливает большой расход топлива, энергии и дополнительных средств [1, 4, 7, 16, 17]. Решение проблемы предпускового подогрева и запуска дизельного двигателя реализуется разными способами и средствами. За рубежом и в Российской Федерации выпускаются предпусковые подогреватели различных конструкций [2, 13–15]. Классификация предпусковых подогревателей по назначению, по роду и

способу подвода теплоносителя приведена на рисунке 1.

Рисунок 1

Классификация предпусковых подогревателей

Одним из наиболее распространенных способов предпусковой подготовки является использование подогревателей, функционирующих от электрической сети 220 вольт, которые отличаются простотой конструкции и достаточной надежностью, но имеют существенные недостатки из-за неавтономности, пожароопасности и большого расхода электроэнергии. Ввиду высокой стоимости, сложности монтажа, пожароопасности и расхода топлива автономные подогреватели не нашли распространения на тракторных дизелях отечественного производства [9–12]. Из наиболее эффективных способов предпусковой тепловой подготовки дизельного двигателя является подача в систему охлаждения горячего теплоносителя. Данный способ эффективен за счет не только скорости подогрева цилиндров и попутно системы смазки, но и равномерности подогрева систем и механизмов тракторного дизеля [4, 5].

Материалы и методы. Система предпусковой тепловой подготовки тракторного дизеля, предложенная нами, не требует существенных затрат. Данная система представляет собой аккумулятор фазового перехода, накапливающий тепловую энергию самого двигателя во время работы. Тепловой аккумулятор (ТА) длительно может сохранять накопленную энергию за счет фазового перехода при нефункционировании техники и использовать её перед запуском дизеля [3, 6]. На рисунке 2 представлена схема функционирования тепловой подготовки дизеля.

Рисунок 2

Принципиальная схема системы тепловой подготовки дизельного двигателя: 1 – двигатель, 2 – каналы системы охлаждения двигателя, 3 – электрический насос системы охлаждения, 4 – гидрораспределитель, 5 – тепловой аккумулятор

Перед пуском двигателя после стоянки система переходит в режим разрядки ТА (предпусковой подогрев). При этом через ТА начинает циркулировать ОЖ в систему охлаждения до момента, пока температура на выходе из ТА и на выходе из дизеля не выровняется [4]. Для исследования режима предпускового подогрева тракторного дизеля была разработана математическая модель процесса разрядки. Установка для экспериментальных исследований была собрана на базе двигателя Д-243.

Результаты исследования. Концептуальная модель режима предпускового подогрева тракторного дизеля приведена на рисунке 3. Для разработки математической модели были введены допущения: в начале предпускового подогрева время $\tau = 0$, вещество фазового перехода находится в состоянии жидкости и температура его по всему объему равна температуре фазового перехода $T_{\text{ф}}$; удельные теплоемкости материалов, участвующих в процессе теплопередачи, коэффициент переноса (коэффициент теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи) не зависят от температуры; потери теплоты в окружающую среду от ТА не учитываются; по средней температуре деталей $T_{\text{дн}}(\tau)$, контактирующих с ОЖ, оценивается тепловое состояние двигателя. В момент включения автономного электронасоса 2 (рисунок 3) при температуре окружающей среды (T_0) ОЖ циркулирует по контуру: двигатель – тепловой аккумулятор с параметрами $G_{\text{ж}} = \text{const}$ (массовая производительность автономного электронасоса, кг/с), $T_{\text{ж вх}}(\tau)$ (температура ОЖ на входе в ТА, К) и $T_{\text{ж вых}}(\tau)$ (температура ОЖ на выходе из ТА, К) = var. Часть теплоты ОЖ получает от ТА 4 через теплоаккумулирующее вещество 5 с параметрами $G_{\text{ж}} = \text{const}$ и $T_{\text{ж вых}}(\tau) = \text{var}$ и передает в двигатель 1. При этом ТА 4 разряжается, подогревая дизельный двигатель 1.

Рисунок 3

Концептуальная модель функционирования предпускового подогрева двигателя в режиме разрядки теплового аккумулятора: 1 – двигатель; 2 – насос; 3 – электронный блок управления; 4 – тепловой аккумулятор, 5 – теплоаккумулирующее вещество, 6 – соединительные шланги

Средняя температура ОЖ в полости ТА $T_{ж\text{ ср}}(\tau)$ при $T_{ж\text{ вх}}(\tau) = \text{var}$ определяется по формуле:

$$T_{ж\text{ ср}}(\tau) = \frac{T_{ж\text{ вх}}(\tau) + T_{ж\text{ вых}}(\tau)}{2}. \quad (1)$$

При $\tau > 0$ тепловая мощность, отдаваемая ОЖ $q_{\text{раз}}(\tau)$, Вт, определяется по формуле:

$$q_{\text{раз}}(\tau) = \lambda_T^{\text{TB}} \cdot \frac{T_{\phi} - T_{\text{ст}}(\tau)}{z(\tau)} \cdot F_{\text{ц}}; \quad (2)$$

$$q_{\text{раз}}(\tau) = \rho_T^{\text{TB}} \cdot r_r \cdot \frac{dz(\tau)}{d\tau} \cdot F_{\text{ц}}, \quad (3)$$

где λ_T^{TB} – коэффициент теплопроводности вещества фазового перехода в твердой фазе, Вт/(м·К); $z(\tau)$ – толщина слоя закристаллизовавшегося теплоаккумулирующего вещества в момент времени τ ; ρ_T^{TB} – плотность теплоаккумулирующего вещества в твердой фазе, кг/м³.

У дизельных двигателей сложная форма рубашки охлаждения из-за большого количества разнообразных каналов. Из-за этого поток ОЖ распределяется по полостям рубашки охлаждения неравномерно. В связи с этим модель процесса теплообмена целесообразно связать со средним коэффициентом теплоотдачи от ОЖ к стенкам рубашки охлаждения $\alpha_{\text{ро}}$. Тогда справедливо при $\tau > 0$ следующее уравнение:

$$q_{\text{раз}}(\tau) = \alpha_{\text{ро}} \cdot F_{\text{ро}} \cdot (T_{ж\text{ ср}}(\tau) - T_{\text{дв}}(\tau)), \quad (4)$$

где $F_{\text{ро}}$ – поверхность теплообмена в рубашке охлаждения, м²; $\alpha_{\text{ро}}$ – коэффициент теплоотдачи от ОЖ к рубашке охлаждения, Вт/(м²·К); $T_{\text{дв}}$ – средняя температура двигателя, К.

Учитывая, что подведенная теплота к дизельному двигателю идет на изменение его внутренней энергии, то при $\tau > 0$ тепловая мощность определяется следующим уравнением:

$$q_{\text{раз}}(\tau) = C_{\text{дв}} \cdot \frac{dT_{\text{дв}}(\tau)}{d\tau} + \alpha_{\text{дв}} \cdot F_{\text{дв}} \cdot (T_{\text{дв}}(\tau) - T_0), \quad (5)$$

где $C_{\text{дв}}$ – теплоемкость металлоконструкций двигателя, контактирующих с ОЖ, Дж/К; $\alpha_{\text{дв}}$ – средний коэффициент теплоотдачи от двигателя в окружающую среду, Вт/(м²·К); $F_{\text{дв}}$ – площадь внешней поверхности двигателя, которая охлаждается наружным воздухом, м².

$$q_{\text{раз}}(\tau) = G_{\text{ж}} \cdot c_{\text{ж}} \cdot (T_{ж\text{ вых}}(\tau) - T_{ж\text{ вх}}(\tau)), \quad (6)$$

где $G_{\text{ж}}$ – массовая производительность автономного электронасоса, кг/с; $c_{\text{ж}}$ – теплоемкость ОЖ, Дж/(кг·К).

Совокупность уравнений (1...6) является математической моделью работы режима предпускового подогрева тракторного дизеля (процесс разрядки ТА).

Искомые функциями являются $q_{\text{раз}}(\tau)$, $z(\tau)$, $T_{\text{дв}}(\tau)$, $T_{ж\text{ вх}}(\tau)$, $T_{ж\text{ вых}}(\tau)$ и $T_{\text{ст}}(\tau)$. Так как неизвестных функций равны числу уравнений, можно сказать, что данная система замкнута. Для ее решения необходимо установить начальные и граничные параметры, зависящие от условия исследуемого процесса. Для случая режима предпускового подогрева начальные и граничные условия можно сформировать следующим образом:

$$\begin{cases} q_{\text{раз}}(0) = 0 \\ 0 \leq z(\tau) \leq \delta_T; z(0) = 0 \\ T_{\text{ст}}(0) \approx T_{\phi} \\ T_{ж\text{ вх}}(0) = T_{ж\text{ вых}}(0) = T_{\text{дв}}(0) = T_0 \end{cases}. \quad (7)$$

Алгебраическими преобразованиями совокупности уравнений (1...6) можно получить систему, которая состоит из двух дифференциальных уравнений:

$$\frac{dz(\tau)}{d\tau} = \frac{E - D \cdot T_{\text{дв}}(\tau)}{N \cdot (W + B \cdot z(\tau))}, \quad (8)$$

$$\frac{dT_{\text{дв}}(\tau)}{d\tau} = \frac{E - D \cdot T_{\text{дв}}(\tau)}{Z + Y \cdot z(\tau)} - I \cdot T_{\text{дв}}(\tau) + M. \quad (9)$$

С целью упрощения уравнений 8 и 9 вводим некоторые константы ($B, W, D, E, I, M, N, Z, Y$), которые влияют на параметры системы и могут быть рассчитаны по следующим уравнениям:

$$B = \alpha_{\text{ж}} \cdot F_{\text{ц}} \cdot \alpha_{\text{зп}} \cdot F_{\text{ро}}, \quad (10)$$

где $F_{\text{ц}}$ – суммарная площадь боковых цилиндрических поверхностей одной капсулы, м²; $F_{\text{ро}}$ – поверхности теплопередачи в полостях рубашки охлаждения двигателя, м²; $\alpha_{\text{ж}}$ – коэффициент теплоотдачи от ОЖ к стенкам капсул, Вт/(м²·К); $\alpha_{\text{зп}}$ – коэффициент теплоотдачи от ОЖ к стенкам в полостях рубашки охлаждения двигателя, Вт/(м²·К).

$$W = (\alpha_{\text{ж}} \cdot F_{\text{ц}} + \alpha_{\text{зп}} \cdot F_{\text{зп}}) \cdot \lambda_T^{\text{TB}} \cdot F_{\text{ц}}, \quad (11)$$

где λ_T^{TB} – коэффициент теплопроводности теплоаккумулирующего вещества в твердой фазе, Вт/(м·К).

$$D = B \cdot \lambda_T^{\text{TB}} \cdot F_{\text{ц}}; \quad (12)$$

$$E = D \cdot T_{\phi}, \quad (13)$$

где T_{ϕ} – температура фазового перехода, К.

$$I = \frac{\alpha_{\text{дв}} \cdot F_{\text{дв}}}{C_{\text{дв}}}, \quad (14)$$

где $C_{\text{дв}}$ – общая теплоемкость металлоконструкций двигателя, контактирующих с ОЖ, Дж/К; $\alpha_{\text{дв}}$ – средний коэффициент теплоотдачи от стенок двигателя в окружающую среду, Вт/(м²·К); $F_{\text{дв}}$ – площадь поверхности дизеля, охлаждаемая наружным воздухом, м².

$$M = I \cdot T_0, \quad (15)$$

где T_0 – температуре окружающего воздуха.

$$N = \rho_T^{\text{дв}} \cdot r_T \cdot F_{\text{ц}}, \quad (16)$$

где $\rho_T^{\text{дв}}$ – плотность теплоаккумулирующего вещества в твердой фазе, кг/м³; r_T – удельная теплота фазового перехода.

$$Z = W \cdot C_{\text{дв}}; \quad (17)$$

$$Y = B \cdot C_{\text{дв}}. \quad (18)$$

Разработанная математическая модель процесса разрядки ТА позволяет при условии сведения её к однородной системе уравнений производить качественное вычисление в зависимости от исходных данных (константы $B, W, D, E, I, M, N, Z, Y$), в частности максимальное значение температуры и времени подогрева дизельного двигателя в процессе разрядки ТА. Расчетные зависимости изменения температуры теплоаккумулирующего вещества и температуры двигателя от времени разрядки ТА приведены на ри-

сунке 4. Как видно, изменение температуры двигателя в процессе разрядки ТА имеет нелинейный характер (рисунок 4).

Для дальнейших исследований режима предпускового подогрева тракторного дизеля была разработана экспериментальная установка на базе двигателя Д-243. На рисунке 5 показан график режима разрядки ТА до момента выравнивания температур. По графикам температур в ТА и на выходе из ТА (кривые 4, 5) прослеживается пологое снижение, показывающее отдачу энергии от теплоаккумулирующего вещества. Одновременно с этим наблюдается зеркальное увеличение температуры на входе в ТА и в термостате двигателя, свидетельствующее о передаче тепловой энергии.

Характер изменения температур на рисунках 4 и 5 показывает совпадение расчетных и экспериментальных данных в режиме разрядки (предпускового подогрева) ТА.

Рисунок 4
График температуры теплоаккумулирующего материала и температуры двигателя в режиме разрядки теплового аккумулятора

Рисунок 5
Процесс предпускового подогрева тракторного дизеля Д-243: 1 – температура на входе в тепловом аккумуляторе, 2 – температура в полости насоса системы охлаждения, 3 – температура в термостате, 4 – температура в тепловом аккумуляторе, 5 – температура на выходе из теплового аккумулятора

На рисунке 6 изображены зависимости температуры ОЖ от времени прогрева тракторного дизеля с ТА. Увеличение температуры в термо-

стате происходит линейно по углу α (кривая 1), а после открытия на 16 минуте термостата происходит снижение температуры с последующим

плавным ростом по углу α' , в этот промежуток времени происходит зарядка ТА. Температура на входе в ТА (кривая 3) также повышается после 16 минут, в этот момент ТА начинает процесс накопления теплоты после того, как откроется термостат. Температура в ТА и на выходе из ТА (кривые 4 и 5) плавно повышается, это свидетельствует о накоплении энергии теплоаккумулирующим веществом.

Экспериментальными исследованиями была получена зависимость расхода топлива после режима разрядки ТА (рисунок 7). Снижение расхода топлива при использовании системы предпусковой подготовки дизельного двигателя составил 166 г при сокращении времени прогрева дизеля до рабочей температуры на четыре минуты.

Рисунок 6

Зависимость температуры ОЖ от времени прогрева тракторного дизеля с ТА:

1 — температура в термостате, 2 — температура в полости насоса, 3 — температура на входе ТА, 4 — средняя температура в ТА, 5 — температура на выходе ТА

Рисунок 7

График расхода топлива при использовании системы предпускового подогрева

Выводы. Разработанная математическая модель функционирования ТА в процессе разрядки позволяет получить графики изменения температуры и времени подогрева тракторного дизеля в зависимости от температуры теплоаккумулирующего вещества. Разработанная система предпусковой тепловой подготовки тракторного дизеля обеспечивает использование тепловой энергии самого двигателя без дополнительных затрат ресурсов. Исследование ТА в

режиме предпускового подогрева тракторного дизеля позволило установить заметное сокращение длительности подготовки дизеля к нагрузке и снижение расхода топлива. Так, в режиме разрядки происходит интенсивный нагрев стенок цилиндра дизельного двигателя, который отражается на сокращении времени прогрева двигателя на четыре минуты и сокращении расхода топлива на 166 грамм, что составляет 18 %.

Библиографический список

1. Сураганов, Г.И. Предпусковая подготовка двигателя зимой [Текст] / Г.И. Сураганов // Автомобильный транспорт. 1987. № 3. С. 28–31.

2. Тракторные дизели [Текст]: справочник / Б.А. Взоров, А.В. Адамович, А.Г. Арабян и др.; под общ. ред. Б.А. Взорова. М.: Машиностроение, 1981. 535 с.

3. Gabdrafikov F.Z., Galiakberov U.S., Gaisin E.M., Abrarov M.A., Gindullin V.M. Control system for pre-start heating of a diesel engine. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2018. Т. 13. № S11. С. 8836–8842.
4. Габдрафиков, Ф.З. Энергосберегающая система предпусковой тепловой подготовки двигателя [Текст] / Ф.З. Габдрафиков, У.С. Галиакберов, В.М. Гиндуллин // *Сельский механизатор*. 2017. № 5. С.30–31.
5. Габдрафиков, Ф.З. Энергоэффективная система предпусковой тепловой подготовки дизеля машинно-тракторного агрегата [Текст] / Ф.З. Габдрафиков, У.С. Галиакберов, В.М. Гиндуллин // *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 11 (78). С. 82–91.
6. Устройство предпусковой тепловой подготовки двигателя внутреннего сгорания [Текст]: пат. 2576603 Рос. Федерация: МПК 51 F01N 19/10 / Ф.З. Габдрафиков, М.А. Абрамов, И.А. Абрамов, У.С. Галиакберов, заявка 10.12.2014; опубл. 10.01.2016.
7. Картошкин, А.П. Технологические жидкости для автотракторной техники [Текст]: справочник / А.П. Картошкин. М.: Академия, 2012. 236 с.
8. Вашуркин, И.О. Обоснование параметров и методика конструирования системы утилизации тепла в приводе мобильной землеройной машины [Текст]: автореф. дис. ... канд. тех. наук / И.О. Вашуркин. СПб.: СПбИСИ, 1993. 27 с.
9. Горючие, смазочные материалы [Текст]: энциклопедический толковый словарь-справочник / Под ред. В.М. Школьников. М.: Техинформ, 2007. 736 с.
10. ГОСТ Р 54120-2010 «Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования» [Текст]. М.: Издательство стандартов, 2010. 8 с.
11. Гулин, С.Д. Математическая модель процесса сохранения накопленной теплоты двигателя внутреннего сгорания в тепловом аккумуляторе [Текст] / С.Д. Гулин, В.В. Шульгин, С.А. Яковлев // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 1999. № 1. С. 123–126.
12. Николаев, В.А. Определение количества тепла, необходимого для подогрева двигателя зимой [Текст] / В.А. Николаев // *Автомобильный транспорт*. 1970. № 7. С. 29–30.
13. Петриченко, Р.М. Система жидкостного охлаждения быстроходных двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Р.М. Петриченко. Л.: Машиностроение, 1985. 224 с.
14. Семёнов, Н.В. Эксплуатация автомобилей в условиях низких температур [Текст] / Н.В. Семёнов. М.: Транспорт, 1993. 190 с.
15. Шульгин, В.В. Теория и практика применения в автотранспортных средствах тепловых аккумуляторов фазового перехода [Текст]: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.В. Шульгин. СПб.: СПбГПУ, 2004. 35 с.
16. Rath R.K., Acharya S.K., Patnail P.P. CI engine performance during cold weather condition using preheated air and engine by waste energy. *International Journal of Ambient Energy* Volume 38, 2017. Pages 534–540.
17. Yuanwang Deng, Huawei Liu, Xiaohuan Zhao, Jiaqiang E, Jianmei Chen. Effects of cold start control strategy on cold start performance of the diesel engine based on a comprehensive preheat diesel engine model. *Applied Energy*, Volume 210, 15 January 2018. Pages 279–287.
18. Nadir Yilmaz. Effects of intake air preheat and fuel blend ratio on a diesel engine operating on biodiesel–methanol blends. *Fuel*. Volume 94, April 2012. Pages 444–447.
19. Royo R., Albertos-Arranz M.A., Cárcel-Cubas J.A., Payá J. Thermographic study of the preheating plugs in diesel engines. *Applied Thermal Engineering*. Volume 37, May 2012. Pages 412–419.
20. Tianyuan Zhou, Changsheng Yao, Yaodong Hu, Fuyuan Yang, Jinli Wang, Minggao Ouyang. Research on Performance and Temperature Control of Glow Plugs for PPCI Low Load Assist. *IFAC-PapersOnLine*. Volume 49, Issue 11, 2016. Pages 223–230.
21. Gabitov, I. Diagnostics and Regulation of Fuel Equipment of Diesels on Stands with Injection to Medium with Counter-Pressure / Ildar Gabitov, Samat Insafuddinov, Denis Kharisov, Filyus Safin andrei Negovora, Nail Yunusbaev, Alfir Akhmetov, Timur Farhutdinov and Albert Sharafiev // *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018. № 13. P. 8782–8788.

Сведения об авторах

1. **Габдрафиков Фаниль Закариевич**, доктор технических наук, профессор кафедры теплоэнергетики и физики, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: gabdrafikov@mail.ru.
2. **Галиев Ильгиз Гакифович**, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65, e-mail: drGali@mail.ru.
3. **Галиакберов Урал Сагитович**, аспирант кафедры теплоэнергетики и физики, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: gaursa01@mail.ru.

В статье приводятся результаты исследования теплового аккумулятора фазового перехода в режиме предпускового подогрева тракторного дизеля. Приведена принципиальная схема работы теплового аккумулятора в режиме разрядки. Для процесса разрядки теплового аккумулятора приведена математическая модель, позволяющая производить качественное вычис-

ление значений температуры и времени предпускового подогрева тракторного дизеля. Разработана экспериментальная система предпусковой подготовки дизеля, проведены моторные испытания процесса разрядки теплового аккумулятора. Установлено сокращение времени подогрева до рабочей температуры.

F. Gabdrafikov, I. Galiev, U. Galiakberov

STUDY OF A HEAT ACCUMULATOR IN A TRACTOR DIESEL ENGINE IN THE PRESTART HEATING MODE

Key words: tractor diesel engine; heat accumulator; prestart heating; mathematical model; accumulator of phase transition.

Authors' personal details

1. **Gabdrafikov Fanil**, Doctor of technical sciences, professor of the Heat Engineering and Physics department Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria St., 34, e-mail: gabdrafikov@mail.ru.

2. **Galiev Ilgiz**, Doctor of technical sciences, professor of the Car Operation and Repair department, Kazan State Agrarian University, 420015, Kazan, K. Marks St., 65, e-mail: drGali@mail.ru.

3. **Galiakberov Ural**, Post-graduate student of the Heat Engineering and Physics department Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letia Octiabria St., 34, e-mail: gaurisa01@mail.ru.

The paper presents the results of the study of a phase transition heat accumulator in the prestart heating mode of the tractor diesel. A schematic diagram of the operation of the heat accumulator in the discharge mode is given. There is a mathematical model of the heat accumulator discharge process that provides a qualitative calculation of the values of temperature and pre-heating time of a tractor die-

sel engine. An experimental diesel engine pre-launch preparation system was developed, motor tests of the heat accumulator discharge process were carried out. The reduction of the heating time to the working temperature of the tractor diesel engine and the reduction of its fuel consumption when using a heat accumulator in the preheating mode are established.

© Габдрафиков Ф.З., Галиев И.Г., Галиакберов У.С.